



Institutionen för vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

ISSN 0348 - 1069

KOLTRANSPORTER OCH KOLHANTERING

LAGRING I TERMINALER OCH HOS STORFÖRBRUKARE

Delrapport

av

Anders Mattsson

Rapport

Serie B:37

Göteborg 1983



Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

KOLTRANSPORTER OCH KOLHANTERING

LAGRING I TERMINALER OCH HOS
STORFÖRBRUKARE

Delrapport

av

Anders Mattsson

Report

Series B:37

Göteborg 1983

Adress: Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg

Telefon: 031/81 01 00

KOLTRANSPORTER OCH KOLHANTERING
LAGRING I TERMINALER OCH HOS STORFÖRBRUKARE

<u>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</u>	Sid
FÖRORD	1
1. BAKGRUND	2
2. DEFINITION AV LAGER	3
3. LAGER I TRANSPORTKEDJAN	4
4. LAGERFUNKTIONER	6
.1 Allmänt	6
.2 Beredskapslager	6
.3 Säsonglager	7
.4 Buffertlager	7
.5 Blandningslager	8
5. LAGERSTORLEK	10
.1 Allmänt	10
.2 Beredskapslager	10
.3 Säsonglager	11
.4 Buffertlager	12
.41 Allmänt	12
.42 Beräkning av lagerstorlek	13
.43 Lagerstorlek i befintliga och planerade terminaler	20
6. LAGERTYPER	28
.1 Allmänt	28
.2 Nordiskt lager	28
.21 Lagerlayout	28
.22 Infrastruktur	30
.23 Hanteringsutrustning	30
.24 Exempel på nordiska lager	32

	Sid
6	
.3	Kontinentalt lager 33
.31	Lagerlayout 33
.32	Infrastruktur 34
.33	Hanteringsutrustning 35
.34	Exempel på kontinentala lager 39
.4	Rundlager 42
.41	Lagerlayout 42
.42	Infrastruktur 42
.43	Hanteringsutrustning 43
.44	Exempel på rundlager 43
.5	Andra typer av öppna lager 44
.51	Allmänt 44
.52	Lager med radialstacker 44
.53	Lager med stacker 45
.54	Lager med underliggande utlastningstransportör 45
.55	Blandningslager 46
.6	Täckta planlager 47
.7	Täckta jordlager 47
.8	Täckta rundlager 48
.9	Storsilolager 49
.91	Eurosilo 49
.92	Storsilo i Münster 50
.93	Andra typer av storsilor 51
.10	Bergrumslager 51
7.	TEKNISK JÄMFÖRELSE AV OLIKA LAGERTYPER 53
.1	Allmänt 53
.2	Omsättning och lagerbehov 53
.3	Markarbeten 53
.4	Personalbehov 53
.5	Miljöpåverkan 54
.6	Kostnader 54

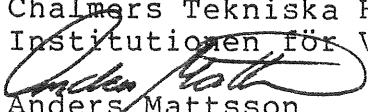
	Sid
8. LAGER FÖR OLIKA ÄNDAMÅL	55
.1 Allmänt	55
.2 Omlastningshamn	55
.3 Importhamn	55
.4 Inlandsterminal	56
.5 Kondenskraftverk	56
.6 Kraftvärmeverk	57
.7 Fjärrvärmeanläggning	57

FÖRORD

I samband med den pågående forskningsinsats beträffande koltransporter och kolhantering som Institutionen för Transportteknik vid Chalmers Tekniska Högskola utför för Transportforskningsdelegationen har Institutionen för Vattenbyggnad, CTH, studerat lagerutformning och hantering i kollager, i hamnterminaler och hos större förbrukare.

Arbetet har omfattat en inventering av kollager i olika anläggningar över hela världen. Dessutom har med hjälp av terminalsimulering erforderlig storlek hos buffertlager studerats.

Den första inledande delen av forskningsprojektet beträffande kollager har nu avslutats, och resultatet föreligger i form av denna delrapport som belyser de tekniska frågorna. Arbeta pågår för närvarande med att utreda de ekonomiska frågorna. Resultatet av detta arbete kommer att presenteras i en kommande delrapport.

Göteborg 1983-01-13
Chalmers Tekniska Högskola
Institutionen för Vattenbyggnad

Anders Mattsson

1. BAKGRUND

Lager förekommer på många ställen i den långa koltransportkedjan mellan producent och konsument, fig 1.1.

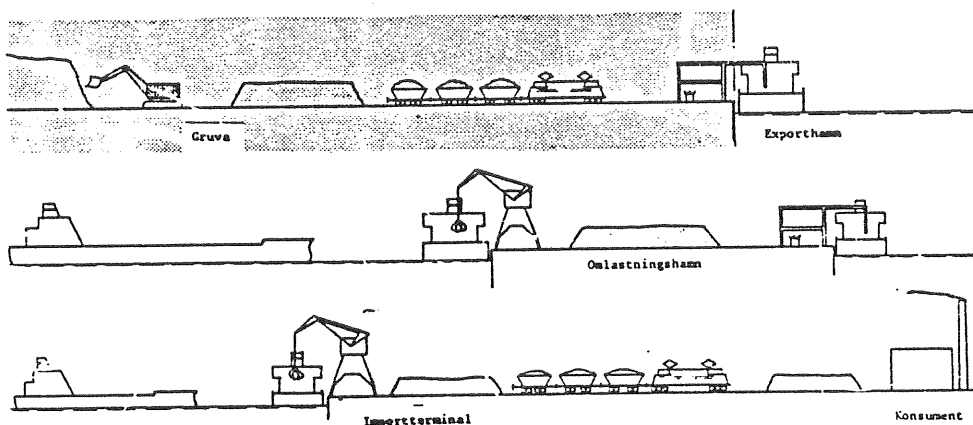


Fig 1.1 Transportkedja för kol

Redan i gruvan förekommer lager, eventuellt såsom små lager i form av fickor mellan transportörer. Mellan gruvan och den beredning av kolet, som utförs i närheten av gruvan, finns ett lager för att beredningsanläggningen skall kunna få erforderlig mängd kol på avsedd tid.

På många andra ställen i transportkedjan återfinns större eller mindre lager såsom i utskeppningshamn, i omlastningshamn, i förbrukarhamn, i inlandslager, hos förbrukare etc. Lagren medför bl a att ekonomiska storlekar på fartyg och att optimala transport- och beredningskapaciteter kan utnyttjas.

I denna delrapport som utgör en inledande studie av lagerfrågorna när det gäller kol kommer olika aspekter av lagringen att belysas, samt en detaljerad redovisning av lagerfrågan att göras.

De lager som kommer att behandlas i denna rapport är främst de större lagren som finns i exporthamnar, i importhamnar, i större inlandsterminaler samt vid större förbrukare. Huvudvikten har lagts vid lager i hamnar, eftersom det är dessa lager, som är av störst ekonomisk betydelse.

2. DEFINITION AV LAGER

I denna rapport användes en övergripande definition av lagerbegreppet. Lagret definieras här som en plats där bulkgods vilar under längre eller kortare tid mellan två led i transportkedjan.

Som framförts i inledningen, inbegriper lagerbegreppet ej fickor mellan t ex två bandtransportörer eller mellan kran och bandtransportör.

Med lager i koltransportkedjan förstås förvaringsplatser för kol med en volym överstigande 5 000 m³, dvs approximativt 5 000 t.

I denna utredning belyses endast lagertyper, där kolet lagras under en tid av minst flera dygn. Således behandlas ej lagerbehållare intill utlastningsanordningar för järnvägsvagnar och lastbilar eller s k "surge bins" före lastare till fartyg. Ej heller behandlas dygns- eller veckoslutslager vid kraftverk och fjärrvärmecentraler.

3. LAGER I TRANSPORTKEDJAN

Lager enligt ovannämnda definition förekommer på många platser i kolets transportkedja från en gruva till förbrukare. Nedan följer en kortfattad uppräknig av de ställen där lagring av kol förekommer, samt en bedömning av lagrens storleksvariation.

Det första större lagret i transportkedjan uppträder vid gruvan innan kolet lastas på landtransportmedel för färden ned till exporthamnen. Lagret, som till största delen är ett buffertlager, har för större gruvor med omsättning över 0,5 Mt/år en storlek av 100-500 000 t.

Nästa lager i kedjan utgörs av lager i exporthamnen. Även här har lagret en buffertfunktion. En viss blandning av kol från olika gruvor kan även förekomma. En del exporthamnar i Hampton Roads, Virginia, USA saknar normala lager. Lastning av fartygen sker där direkt från järnvägsvagnarna som transporterar kolet från gruvorna i Appalacherna. Denna metod har dock börjat försvinna på grund av dels att lossningen går långsammare genom att vagnarna är försenade, och dels att en mängd vagnar måste stå och vänta på fartygen, vilket är kostsamt. Lagren i exporthamnarna kan uppgå till 3 000 000 t.

Nästa lager i transportkedjan utgörs av lager i en omlastningshamn. Även här har lagret främst en buffertfunktion. Om omlastningshamnen är belägen i samma land som förbrukaren kan omlastningshamnens lager även ha en beredskapsfunktion. Blandning kan även utföras, men detta är dock i dag ovanligt.

Omlastningshamnarna har normalt stora lager och storlekar upp till ca 3 000 000 t förekommer.

Efter omlastningshamnen går kolet på köl i många fall vidare till den slutliga importhamnen. I denna hamn har lagret ofta både buffert- och beredskapskaraktär. Även blandning kan utföras. Lagren i importhamnarna kan ha en volym av upp till ca 700 000 t.

I många fall har storförbrukarna en egen hamn. Lagret ligger då i hamnen i anslutning till förbrukaren, som ofta är ett kondenskraftverk. Lagret utgöres både av ett buffert- och ett beredskapslager. Eventuellt kan även blandning av kol komma i fråga. Lagervolymer upp till 2 000 000 t förekommer.

Om kolet transporteras längre sträckor på land är ofta järnvägstransport fördelaktigast. För att erhålla ett ekonomiskt transportsystem med järnväg även till mindre kunder kan centrallager komma att erfordras. Mellan importhamn och centrallager transporteras kolet med ekonomiska enhetståg med laster om ett par tusen ton. Från centrallagren går kolet sedan vidare i mindre partier till de olika förbrukarna med järnvägsagnar eller lastbilar. Lagerfunktionen är främst av buffertkaraktär.

Endast få exempel på dessa centrallager finns idag, varför någon uppgift om storlek ej är meningsfull.

Slutligen finns lager vid förbrukaren för att säkerställa kolförsörjningen. Lagren till förbrukarna utgöres både av beredskapslager och av buffertlager. Vid lager som har båda funktionerna bestämmes storleken främst av de krav som föreligger för beredskapslager vid förbrukare. Normalt skall detta lager uppgå till en viss del av förbrukarens årskonsumtion av kol. Några representativa värden för lagerstorlek kan därför ej anges. När det gäller buffertlager är deras storlek avhängig dels av transportmönstret, dvs om kolet transporteras alla dagar i veckan, och dels av kolsändningarnas storlek och förbrukarens årsvolym. Något värde på storleken hos denna typ av lager kan därför ej lämnas här.

För att ändå ge en bild av lagerstorleken hos några förbrukare redovisas lagervolymer hos några representativa typer av förbrukare i tabell 3.1 nedan.

Förbrukare	Årsvolym t/år	Lagerstorlek t
Enstedverket, Danmark	4 000 000	1 000 000
Hanaholmens kraftverk, Finland	1 100 000	300 000
Igelstaverket, Sverige	300 000	100 000

Tabell 3.1 Lagervolym hos förbrukare

4. LAGERFUNKTIONER

4.1 ALLMÄNT

Hittills har endast diskuterats lagrets plats och allmänna funktion i transportkedjan.

Kollager kan ha olika funktioner. Normalt utgör lagret en buffert mellan närliggande länkar i transportkedjan. I andra fall vill man säkerställa leveranser av kol även i fall av avbrott i transportererna. Härvid kommer ett beredskaps- eller säkerhetslager väl till pass.

Lager utnyttjas även för att åstadkomma en jämn kvalitet på kolet. För att erhålla en kolkvalitet, som är lämplig för en viss panntyp, kan det vara lämpligt att blanda olika kolsorter. Denna blandning kan ske i speciella blandningslager.

De olika lagerfunktionerna beskrives ingående nedan.

4.2 BEREDSKAPSLAGER

För att kunna säkerställa värme- och elproduktion fordras säkerhets- eller beredskapslager i den del av transportkedjan som ligger i landet.

Storleken och placeringen av dessa lager är oftast reglerad i importländernas normer och bestämmelser.

De rena beredskapslagren, som avses ligga outnyttjade under längre tid, är passiva lager.

I vissa fall kan förbrukarna vilja skaffa sig en viss säkerhet för t ex strejker i de lastningshamnar över vilka de långtidskontrakterade kolmängderna går, genom att importera kol på spotmarknaden. Denna lagertyp utgör då ett passivt lager,

Ytterligare en långtidslagerfunktion kan vara aktuell, nämligen "spekulationslagret". I detta fall köpes kol till låga priser på spotmarknaden och lagras. Med hänsyn till de höga räntekostnaderna och de förhållandevis höga lagerkostnaderna, är det emellertid sannolikt att denna lagertyp ej kommer att finnas i Sverige.

I kapitel 5. Lagerstorlekar redovisas de aktuella svenska bestämmelserna för beredskapslagring av kol.

4.3 SÄSONGLAGER

Större delen av den svenska kolimporten under 1980-talet kommer att förbrukas i värmeverk. Under 1990-talet bedömes att även kraftvärmeverk och rena kondenskraftverk kommer in som förbrukare. Speciellt utmärkande för värmeverken men i viss mån även kraftvärmeverk och kondenskraftverk är att förbrukningen till stor del uppträder under vinterhalvåret. Vid långtidskontrakt beträffande kolleveranserna, där kolet importerats jämnt fördelat under året, måste därför en del av den mängd som inkommer under sommarhalvåret lagras till vinterhalvåret. Denna lagerfunktion kan benämnas säsonglager. Förändring av lagervolymen sker kontinuerligt men dock långsamt under hela året. Lagret kan sägas utgöra ett semiaktivt lager.

Lagervolymen i säsonglagret är en funktion av:

- o fördelning av förbrukningen mellan sommar- och vinterhalvår
- o fördelning av importen mellan sommar- och vinterhalvår.

En kvantitativ bedömning av säsonglagrets storlek redovisas i kapitel 5. Lagerstorlekar.

4.4 BUFFERTLAGER

Kolet anländer till hamnarna i fartyg med olika storlekar, ofta i relativt stora poster. Uttransporten från hamnen sker antingen med mindre s k feederfartyg eller med någon form av landtransportmedel. Denna transport från hamnen sker i mindre poster och har ett jämnare flöde.

För att väntetider ej skall uppstå för inkommande och utgående transportmedel fordras en buffert i form av ett lager i hamnen. Lagrets funktion åskådliggöres i fig 4.1 nedan.

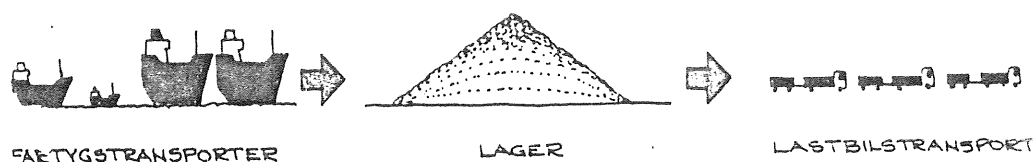


Fig 4.1 Buffertlagrets funktion.

Lagerförändringarna är mycket stora under korta tider. Lagret är därför ett aktivt lager.

Buffertlagrets storlek beror på ett flertal faktorer såsom:

- o fartygens och landtransportmedlens regularitet
- o transportmedlens transportkapacitet
- o storleksfördelningen hos transportmedlen
- o årsomsättningen över hamnen
- o antalet kolkvaliteter.

Även säsongmässiga variationer i uttaget från lagret påverkar erforderlig storlek, vilket tidigare redovisats under funktionen säsonglager.

Regulariteten hos lastbärarna till och från hamnen har en mycket stor påverkan på buffertlagrets storlek. För det fall att fartygen kommer in till importhamnen med tidtabellsregularitet erfordras teoretiskt en lagervolym som endast är ungefär lika stor som lastförmågan hos de fartyg, som lossas i hamnen. Om i stället fartygen anlöper hamnen helt slumpmässigt, kan erforderlig lagervolym uppgå till den sammanlagda lastförmågan hos flera av de fartyg som besöker hamnen. Sålunda är buffertlagervolymer starkt beroende av anlöpsregulariteten. I kapitel 5 Lagerstorlek kommer en kvantitativ bedömning av lämplig lagerstorlek att göras.

Vidare spelar storleksfördelningen hos de fartyg som anlöper hamnen och årsomsättningen över terminalen en viktig roll. Buffertlagret växer med dimensionerande fartygsstorlek och årsomsättning.

Slutligen har antalet kolkvaliteter som måste lagras separat stor betydelse för den totala storleken av buffertlagret.

4.5 BLANDNINGSLAGER

I många fall kan det vara fördelaktigt att blanda olika kolkvaliteter för att t ex åstadkomma en jämnare kolkvalitet eller uppnå en låg svavelhalt i kolet. Denna blandning kan åstadkommas i blandningslager, belägna antingen i exporthamn eller i det land som importerar kolet.

Blandningen av olika kolkvaliteter är idag ej vanlig för ångkol. I stålverk utnyttjas dock ofta blandningslager för att blanda olika malmkvaliteter.

Blandningslagren är av typen aktiva lager, där lagerförändringarna oftast är nära nog kontinuerliga.

Blandningslagrens storlek går ej att beräkna med utgångspunkt från konventionella data om terminslens omsättning, fartygsstorlekar, anlöpsregularitet. Därför har denna lagertyp ej behandlats i kapitel 5 Lagerstorlekar.

Blandningslagret kan utgöra en del av buffertlagret.

5. LAGERSTORLEK

5.1 ALLMÄNT

I en hamnterminal upptages normalt en stor yta av lager. Förhållandena är desamma vid kondenskraftverk, kraftvärmeverk och större fjärrvärme-centraler. Det är därför viktigt att söka finna den optimala lagerstorleken, så att lagerutrymmena ej blir oproportionerligt dyra eller så att lagret ej tömmas eller överfylls.

I detta kapitel redovisas riktlinjer för bedömning av lämplig lagerstorlek för främst buffertlager i hamnterminaler, vid kondenskraftverk, vid värmekraftverk och vid större fjärrvärmeanläggningar. Vidare redogöres för kommande svenska normer för beredskapslager.

5.2 BEREDSKAPSLAGER

Som tidigare nämnts erfordras beredskapslager för att en störningsfri kolleverans skall kunna ske till konsumenterna. Olika länder har skilda regler för beräkning av beredskapslagrens storlek.

I Sverige finns ännu ej några normer för beredskapslagret. Överstyrelsen för Ekonomiskt Försvar, ÖEF, har upprättat riktlinjer, vilka snart kommer att bli normer, för dessa lagers storlek. I stort kommer man att följa nuvarande normer för beredskapslagring av olja. Anvisningarna för beredskapslager beträffande kol meddelar att lagerstorleken skall uppgå till 40 % av årsförbrukningen för en konsument. Vidare säges att 1/3 % av beredskapslagret skall finnas på rimligt transportavstånd från konsumenten. Detta synes innebära att ett beredskapslager uppgående ca 40 % av omsättningen kan lokaliseras till en hamn i närheten av konsumenten. Valet av lokalisering av beredskapslagret till en hamn eller till förbrukaren beror främst på kostnader, för den mark, där beredskapslagret placeras. Genom att olika konsumenters lager sammanföres till ett lager i hamnen är det sannolikt att i hamnen kan lagras den totala beredskapslagervolymer på en mindre yta, än om beredskapslager skulle placeras hos varje konsument. Det torde därför vara mer ekonomiskt att placera beredskapslager i en hamn. Denna fråga kommer att belysas närmare i den delrapport som behandlar kostnader.

Förutom de beredskapslager som regleras av myndigheter kan även enskilda konsumenter eller konsumentgrupper bedöma det vara lämpligt att förfoga över beredskapslager som är större än de föreskrivna. Eftersom sådana beslut beror på förbrukarnas egna bedömningar kan ej några riktlinjer anges här.

5.3 SÄSONGLAGER

Förbrukningen av kol varierar under året. De största variationerna uppträder i värmecentraler. Men även kondenskraftverken har en större förbrukning under vinterhalvåret.

Genom långtidskontrakt kan det vara nödvändigt att skeppa kol kontinuerligt under hela året. Några uppgifter, om hur dessa kontrakt avseende leveranser och skeppningar kommer att vara utformade, föreligger ej för närvarande. Det är emellertid högst sannolikt att de rederier, som ombesörjer transporterna önskar ha en jämn sysselsättningsgrad för sina fartyg. En jämförelse med oljeleveranserna till Sverige är därvid värdefull. I de långtidskontrakt som finns för olja förutsätts att leveranserna sker i jämn takt under året, fastän oljeförbrukningen är störst under den kallare delen av året. Det finns därför all anledning att förmoda att även kolleveranserna till Sverige kommer att följa detta mönster.

Placeringen av dessa nödvändiga säsonglager är ej bestämd. Det är sannolikt att det är mest ekonomiskt att lägga dessa lager i importhamnen. Lagren är semiaktiva, varför det troligen är mindre kostsamt att hantera ett större säsonglager i en hamn än många mindre hos de enskilda förbrukarna.

Säsonglagrets storlek är främst beroende av den årsvisa variationen av energiförbrukningen. För en fjärrvärmeanläggning där förbrukningen under de kallaste månaderna är åtskilligt högre än under de varmaste, måste säsonglagret vara proportionsvis större än för ett kondenskraftverk där detta förhållande ej är lika utpräglat.

För en koleldad fjärrvärmecentral bör säsonglagret uppgå till ca 18 % av årsförbrukningen för det fall att leveranserna sker med ett jämnt flöde under hela året. För ett koleldat kondenskraftverk finns ej några liknande riktlinjer. Kolförbrukningens variationer är nämligen beroende av om kraftverket skall svara för leverans av baskraft eller inte.

Som synes är säsonglagrets storlek beroende av förhållandet mellan kolförbrukning under den kallare resp varmare delen av året och typ av anläggning. Ur lagerekonomisk synpunkt vore det fördelaktigt att söka koncentrera leveranserna till de delar av året, då förbrukningen är störst, om så är möjligt. Denna koncentration av transporterna kan emellertid leda till ett större buffertlager, vilket medför att besparingen i lagervolym ej blir så stor som en första uppskattning visade.

Det är sålunda viktigt att hela lager- och leveranssituationen beaktas när frågan om säsonglagrets storlek behandlas.

5.4 BUFFERTLAGER

5.41 Allmänt

Buffertlager i importhamnar erfordras för att förbrukarna skall slippa ta hem kolet i den takt som fartyget lossar kolet, och för att fartygen skall slippa ligga och vänta på utleveranserna till förbrukarna. En transportapparat som skall ha en kapacitet motsvarande lossningskapaciteten i kolterminalen blir orimligt kostsam. Ur total transportekonomisk synpunkt är det därför fördelaktigt att anordna buffertlager i hamnar och kanske även hos större förbrukare, om dennes intranporter ej kan styras noggrant.

Även i exporthamnar fordras buffertlager.

Buffertlagret är ett aktivt lager vars storlek varierar kontinuerligt.

I en hamnterminal varierar anlöpen för bulkfartygen kraftigt mellan olika dagar. Det går ej att schemalägga ankomsterna för dessa fartyg på samma sätt som kan göras vid en färjelinje eller en Ro-Rolinje.

Ankomstfördelningen i hamnen beror bl a på om transportererna sker med långtidsbefraktade fartyg eller trampfartyg, vidare om kolleveranserna är uppbundna av långtidsavtal eller utgörs av s k spotköp. Likaledes har avståndet mellan export- och importhamnen viss betydelse för ankomstregulariteten, liksom även styrningen av lastningen och eventuell köbildning i exporthamnen. Alla dessa faktorer medför att fartygens ankomster är svåra att styra för att t ex minimera buffertlagret.

Fartygsankomsterna till en konventionell handelshamn är vanligen Poisson-fördelade. Detta förhållande har konstaterats vid studier i många hamnar över hela världen, bl a i Göteborgs hamn. Poisson-fördelningen innebär att fartygen anlöper helt slumpmässigt.

När det gäller specialiserade hamnar, såsom kolhamnar, är det sannolikt att ankomsterna kan planeras bättre. Detta medför att spridningen i anlöpen blir mindre. Några generella regler för hur anlöpen till en kolimporthamn fördelar sig finns ej, eftersom varje enskild hamn synes ha sin speciella ankomstfördelning beroende på exportländernas belägenhet, fartygens storlek m m. Vid måttlig utbyggnad av en befintlig hamn är det emellertid möjligt att erhålla underlag för bedömning av anlöpsfördelningen från tidigare hamnstatistik.

För en ny hamn eller vid en större utbyggnad av en hamn finns dock ej denna möjlighet. I dessa fall måste därför jämförelse göras med befintliga kolhamnar av samma storleksordning och likartad fördelning mellan exportländer. Vidare måste uppgifter erhållas från de organisationer som kommer att köpa kolet för att klarlägga leveranssituationen.

Med en viss styrning av fartygstrafiken bedömes det vara möjligt att minska spridningen av anlöpen. En sådan styrning kan ge en ankomstfördelning, som är normalfördelad med en standardavvikelse av 10 %. Detta innebär t ex att om en fartygstyp väntas anlöpa hamnen var tionde dag så är sannolikheten 68 % att fartyget anlöper hamnen med 9-11 dagars intervall.

Det är sannolikt att fartygsanlöpen till de svenska importhamnar approximant kommer att följa en normalfördelningsfunktion med 10 % standardavvikelse.

5.42 Beräkning av lagerstorlek

Under de senaste åren har lagerberäkningar med simuleringsteknik visat sig vara ett mycket gott hjälpmedel för att bedöma lämplig lagerstorlek. En mängd simuleringsprogram har utvecklats.

För att ge en uppfattning hur storleken av erforderligt buffertlager beror på olika parametrar har simuleringsprogram utnyttjats i denna utredning. Programmet är byggt på programspråket SIMULA.

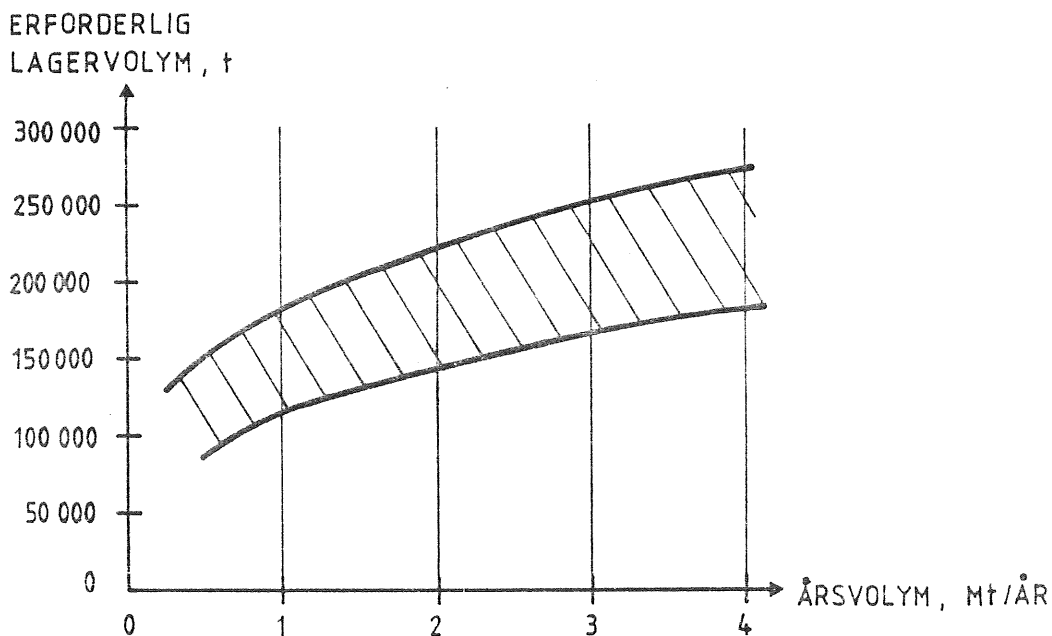
Programmet behandlar en importhamn med en kaj. För att ej komplicera utvärderingen har antagits att fartygen från exporthamnarna till importhamnen kan sammanföras i 3 storleksgrupper. Vidare antages att uttransporten från hamnen till förbrukare eller till en mindre importhamn sker kontinuerligt under året med en bestämd kvantitet per dag. Lossningskapaciteten antages vara normalfördelad med en standardavvikelse av 15 %.

I föreliggande utredning har lagerstorleken i en kolimporthamn studerats för:

- o fartygsanlöp huvudsakligen enligt normalfördelning
- o olika årsomsättningar
- o olika fartygsstorlekar
- o olika lossningskapacitet ,

Resultaten av de utförda beräkningarna redovisas i diagram, fig 5.1 nedan för olika årsomsättningar.

Diagrammet har upprättats under förutsättning av dels att alla kolkvaliteter till terminalen lagras i ett gemensamt lager, och dels att lossningskapaciteten för terminalen valts så att ekonomisk väntetid för fartygen ej uppstår.



Figur 5.1 Översiktlig bedömning av buffertstorlek

De ovan redovisade resultaten bör endast användas för att ge en ungefärlig bild av erforderlig storlek för ett buffertlager. Vid mera detaljerad dimensionering av kolterminaler bör lagersimulering utföras med aktuella data för årsomsättning, fartygsstorlekar, anlöpsfördelning, lossningskapacitet etc.

För det fall att flera olika kolkvaliteter tas in till hamnterminalen, vilket kommer att vara fallet vid omlastningshamnar, kan den totala volymen för buffertlagret beräknas ur ovan redovisade diagram genom att utnyttja de separata årsomsättningarna för var och en av de olika kolkvaliteterna. Det förutsäts därvid att varje kolkvalitet har sin särskilda lagringsplats. Om så ej är fallet måste simuleringsberäkningar utföras för att bedöma erforderlig total lagervolym.

Leveransen från lagret har en viss betydelse för lagerstorleken. Vid järnvägs- och lastbilstransporter i jämn takt under hela året påverkas ej erforderlig lagervolym av denna uttransport, eftersom de utgående lastenheter är förhållandevis små, upp till ca 1 600 t vid enhetståg. Vid uttransport med fartyg kan dock en viss inverkan på erforderlig lagerstorlek finnas. Vid feederfartyg om 5-20 000 dwt har tidpunkten för lastning av dessa fartyg en betydelse för lagrets storlek. Med en någorlunda tidtabellstyrd utleverans med fartyg bedömes dock att dessa feederfartyg inverkar på erforderlig lagerstorlek med högst 10 %.

Lossningskapaciteten påverkar även i viss mån storleken hos buffertlagret. Simuleringsberäkningar har visat att vid en ökning av lossningskapaciteten med ca 170 % ökar den erforderliga lagervolymen med ca 20 %. I tabell 5.1 nedan redovisas resultatet av simuleringar för olika omsättningar och lossningskapaciteter.

Omsättning Mt/år	Fartygsfördelning	Lossningskapa- citet, t/dygn	Lagerstorlek t
0,60	5 000 dwt, 33 %	4 000	65 000
	15 000 dwt, 33 %	6 000	68 000
	30 000 dwt, 33 %	8 000	70 000
1,00	20 000 dwt, 33 %	4 000	71 000
	40 000 dwt, 33 %	8 000	101 000
	60 000 dwt, 33 %	15 000	106 000
2,00	30 000 dwt, 33 %	15 000	165 000
	60 000 dwt, 33 %	25 000	185 000
	100 000 dwt, 33 %	40 000	193 000
4,00	30 000 dwt, 33 %	15 000	170 000
	60 000 dwt, 33 %	25 000	195 000
	100 000 dwt, 33 %	40 000	210 000

Tabell 5.1 Buffertlagervolym som funktion av lossningskapacitet

De angivna förhållandena gäller för visad fördelning av fartygsstorlekar och för de slumpfelsparametrar som utnyttjats. Den visade lagervolymen baserar sig på en simuleringstid av 5 år.

Anlöpsfördelningen har en mycket stor inverkan på lagervolymen. Övan redovisade lagervolymer härför sig till anlöp som är normalfördelade med 10 % standardavvikelse, vilket innebär att anlöpen i viss mån har styrts. Antagandet bedömes ej i alltför hög grad avvika från de förhållanden som kommer att råda i större omlastningshamnar. Vid avlöp som är Poisson-fördelade blir erforderlig volym hos buffertlagret åtskilligt större, se tabell 5.2.

Omsättning, Mt/år	Fartygsfördelning	Lagerstorlek, t	
		Normalfördelade anlöp	Poissonfördelade anlöp
0,50	20 000 dwt, 33 %		
	40 000 dwt, 33 %	90 000	230 000
	60 000 dwt, 33 %		

Tabell 5.2 Jämförelse mellan normal- och Poisson-fördelade anlöp

I detta speciella fall ger sålunda Poissonfördelade anlöp ca 2,5 gånger större lagervolym än normalfördelade med 10 % standardavvikelse. Andra simuleringar ger likartade resultat.

Det finns skäl att förmoda att lagervolymen är en funktion av storleken hos de fartyg som besöker hamnen. Simuleringar visar att så är fallet. I tabell 5.3 nedan redovisas lagervolymen vid en årsomsättning av 1,0 Mt för olika fartygsstorlekar.

Fartygsstorlek dwt	Lagerstorlek, t	Omsättning Fartygsstorlek	Lagerstorlek Fartygsstorlek
30 000	58 000	33	1,93
60 000	124 000	17	2,07
110 000	163 000	9	1,48

Tabell 5.3 Lagervolym vid varierande fartygsstorlek, årsomsättning 1 Mt

Att lagervolymen vid 60 000 dwt fartyg är proportionsvis större än vid 30 000 dwt bedömes bero på att olika slumpfalsserier utnyttjas.

Ett flertal andra simuleringar ger likartade resultat. Resultaten av dessa simuleringar har sammanfattats i fig 5.2. Årsomsättningen och lagerstorleken anges genom dimensionslösa parametrar, såsom förhållandet mellan årsomsättning och fartygsstorlek samt lagerstorlek och fartygsstorlek.

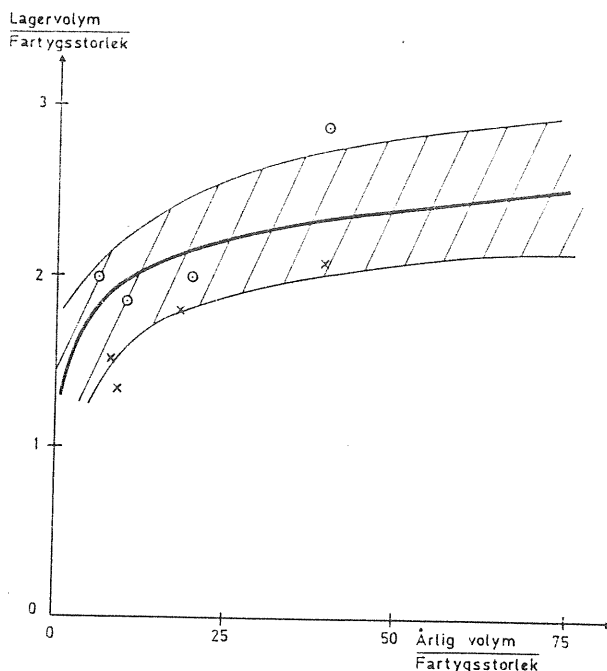


Fig 5.2 Lagerstorlek som funktion av årsomsättning och fartygsstorlek

Vid låga värden på förhållandet mellan årsomsättning och fartygsstorlek, dvs vid lägre årsomsättningar, stiger erforderlig lagervolym snabbt. Detta innebär att vid låga årsomsättningar har omsättningen stor betydelse för lagervolymen. Vid höga omsättningar synes fartygsstorleken ha stor betydelse.

De erforderliga buffertlagervolymer som angivits ovan har i flertalet fall beräknats med utgångspunkt från att hamnen besöks av en fartygsstorlek. För det fall att olika fartygsstorlekar lossar kol i hamnen har simuleringar utförts. I flertalet fall har förutsatts tre fartygsstorlekar och att en tredjedel av importen sker med fartyg från varje grupp. Resultatet av dessa simuleringar redovisas i tabell 5.4 nedan. Resultatet har även angivits i fig 5.2. Det största fartyget har därvid utnyttjats för att beräkna förhållandena mellan årsomsättning resp lagerstorlek och fartygsstorlek.

Omsättning Mt/år	Fartygsfördeln.	Lossnings- kapacitet, t /dygn	Lagerstorlek t
0,50	20 000 dwt, 33 %	5 000	91 000
	40 000 dwt, 33 %		
	60 000 dwt, 33 %		
1,00	30 000 dwt, 33 %	10 000	148 000
	60 000 dwt, 33 %		
	110 000 dwt, 33 %		
2,00	30 000 dwt, 33 %	18 000	197 000
	60 000 dwt, 33 %		
	110 000 dwt, 33 %		
4,00	30 000 dwt, 33 %	40 000	209 000
	60 000 dwt, 33 %		
	100 000 dwt, 33 %		

Tabell 5.4 Lagervolym vid varierande fartygsstorlekar

Vid jämförelse mellan simuleringsresultaten med flera fartygsstorlekar resp en fartygsstorlek visar det sig icke oväntat att lagerstorleken blir mindre när importen sker med varierande fartygsstorlekar än med en fartygsstorlek under förutsättning att det största fartyget har samma storlek.

Ökningen av erforderlig lagervolym med en ökande andel av fartyg framgår av tabell 5.5.

Omsättning, Mt/år	Fartygs- fördelning	Lossningskapa- citet, t/dygn	Lagerstorlek, t
0,50	20 000 dwt, 33 %	5 000	91 000
	40 000 dwt, 33 %		
	60 000 dwt, 33 %		
	20 000 dwt, 25 %	5 000	94 000
	40 000 dwt, 25 %		
	60 000 dwt, 50 %		
	20 000 dwt, 12,5 %	5 000	102 000
	40 000 dwt, 12,5 %		
	60 000 dwt, 75 %		

Tabell 5.5 Lagervolym vid varierande fartygsfördelning

Det visar sig dock att ökningen av lagerstorleken är relativt liten, ca 10 % i detta simuleringsfall, som omfattar en ökning av lasten med det största fartyget från 33 till 75 %.

Fartygen till en kolhamn är av varierande storlek. För att ge en uppfattning av erforderlig lagervolym vid olika årsomsättningar för en sannolik fördelning av fartygsstorlekar redovisas i tabell 5.6 nedan erforderlig volym hos buffertlager. Lossningskapaciteten har valts så att den ungefärligt motsvarar den optimala.

Omsättning Mt/år	Fartygsfördeln.	Lossnings- kapacitet t /dygn	Lagerstorlek t
0,50	40 000 dwt, 15 %	14 000	160 000
	60 000 dwt, 65 %		
	80 000 dwt, 20 %		
1,00	20 000 dwt, 33 %	25 000	185 000
	60 000 dwt, 33 %		
	100 000 dwt, 33 %		
2,00	30 000 dwt, 33 %	40 000	200 000
	60 000 dwt, 33 %		
	100 000 dwt, 33 %		
4,00	40 000 dwt, 25 %	40 000	290 000
	60 000 dwt, 33 %		
	100 000 dwt, 42 %		

Tabell 5.6 Lämplig lagervolym vid varierande årsomsättning

Resultatet av simuleringen har även redovisats i fig 5.2, med utgångspunkt från den största fartygsstorleken.

Det måste understrykas att angivna värden i ovanstående tabell enbart anger storleksordningen av lämplig volym för buffertlager vid en kolkvalitet.

5.43 Lagerstorlek i befintliga och planerade terminaler

Hittills redovisade värden har hänfört sig till simuleringsberäkningar. För att relatera lämplig lagerstorlek till verkliga förhållanden har en studie av lagerstorleken hos befintliga och planerade kolhamnar, kolkraftverk och värmeverk genomförts.

Underlaget för denna studie har främst utgjorts av beskrivningar av terminaler i tidskrifter avseende bulkgodstransporter och energianläggningar. En sammanställning av studien visas i bilaga 1 rep 2 för exporthamnar resp importhamnar.

I bilagorna redovisas karakteristiska data för anläggningarna som huvudsakligen utgöres av hamn-terminaler. De data som redovisas är:

- o Årsomsättning
- o Största fartyg som kan anlöpa hamnen
- o Lagerstorlek
- o Lagertyp
- o Antal kvaliteter som avses lagras.

Årsomsättningen har huvudsakligen erhållits ur källmaterialet eller direkt från terminalägaren. I några fall har omsättningen beräknats med utgångspunkt från angivna data beträffande lossningskapacitet. Den angivna årsomsättningen är då terminalens maximala omsättning utan att fartyg skall behöva köa för att betjänas. Den optimala utnyttjandegraden för hamnen, dvs förhållandet mellan den tid som fartyg lossas eller lastas och den totalt tillgängliga tiden, bör för undvikande av köer uppgå till nedanstående värden:

1 kaj	0,40-0,50
2 kajer	0,50-0,65
3 kajer	0,60-0,70

Fartygsstorleken anger det största fartyg som fullastat kan anlöpa hamnen vid så gott som alla vattenstånd. I vissa fall kan större tidvattenskillnader utnyttjas för att betjäna större fartyg. Beroende på hur de olika hamnmyndigheterna beräknar storleken hos dimensionerande fartyg kan dock fartygsstorleken skilja mellan hamnar med lika vattendjup. Angivet värde anger sålunda ungefär storleken hos det största fullastade som kan anlöpa hamnen.

Lagerstorleken är den, som redovisats i källmaterialet, och anger huvudsakligen den totala lagervolymen. Endast i ett fåtal fall har lagret delats upp i aktiva och passiva lager. När det gäller importhamnar för kraftverk så ingår med stor sannolikhet även beredskapslager i uppgift om lagerstorlek. I några fall redovisas hur många kolkvaliteter lagret kan innehålla vid angiven storlek.

Lagertypen ger en bild av lagerlayout och den typ av utrustning som används i lagret. I bilagetablellerna har utnyttjats förkortningarna "Nord" resp "Kont" som betecknar nordiskt lager med kolet upplagt i stora högar och där kolet hanteras med hjullastare och bandtraktorer, resp kontinentalt lager med kolet upplagt i långa strängar och där kolet hanteras med speciella stacknings- och skovelhjulsredskap.

Redovisningen av lagervolymer har delats upp nedan i export- och importhamnar.

5.431 Exporthamnar

I fig 5.3 nedan har lagervolymer sammanställts som funktion av angiven årsomsättning. Hamnar i de största exportländerna har medtagits. Endast ett fåtal av hamnarna är i drift idag. Flertalet hamnar är under byggnad eller planerade. Genom denna urvalsmetod redovisas nuvarande dimensioneringsfilosofi, när det gäller lagerstorlek.

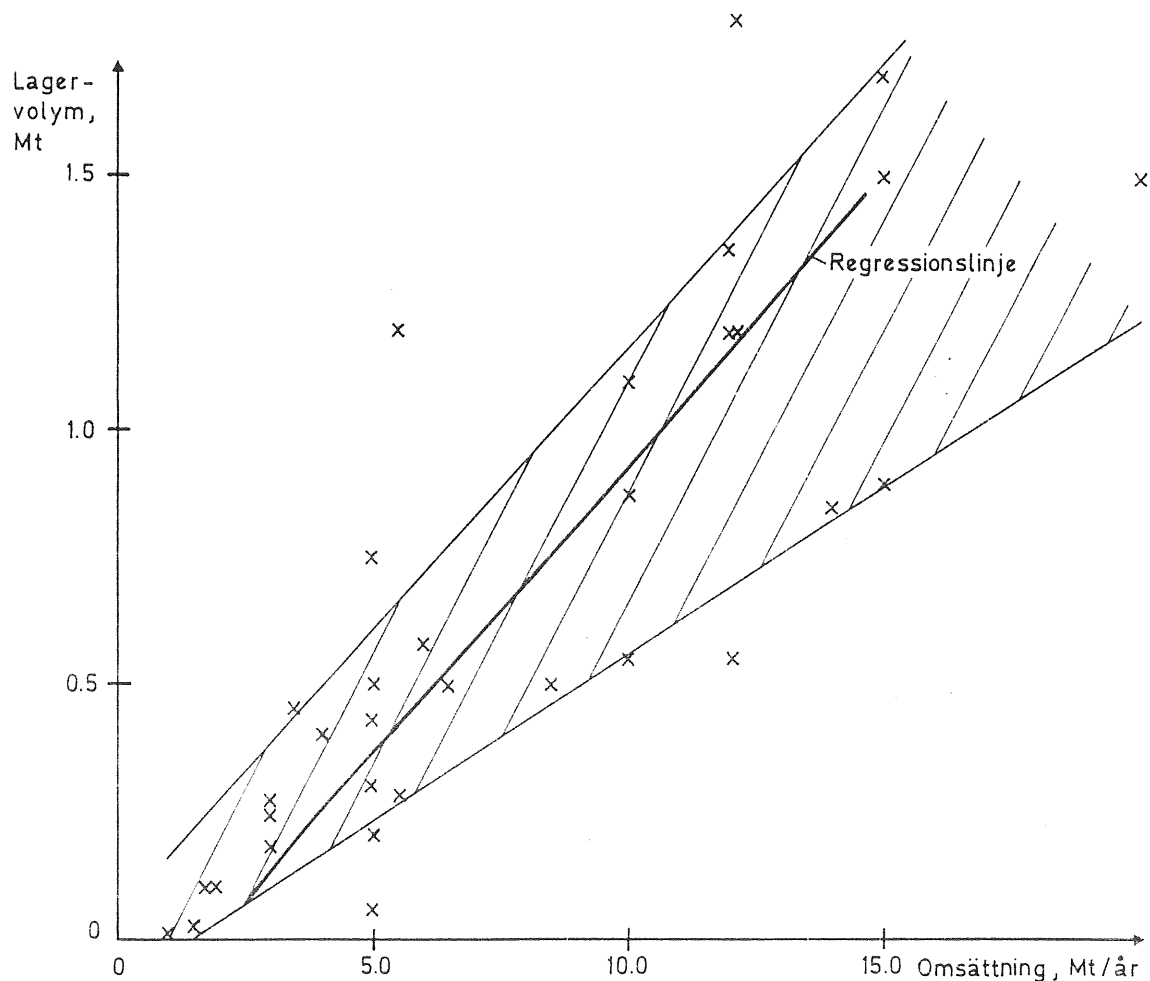


Fig 5.3 Lagerstorlek i exporthamnar

Det kan förutsättas att angivna lagervolymer är de som erfordras för att hamnen skall kunna drivas utan att fartyg behöver ligga och vänta på last. Således är lagren s k buffertlager.

En del befintliga exporthamnar på USAs ostkust saknar lager. Kolet lagras i stället i järnvägs-vagnar som är uppställda på jättelika rangerbangårdar. Även med stora enhetståg, med laster mellan 5 000 och 10 000 t, är dessa anläggningar ej lika fördelaktiga ur ekonomisk synpunkt som hamnterminaler med lager. Järnvägsvagnar utgör nämligen ett kostsamt lagerutrymme. Likaså är det ej ekonomiskt att behöva dimensionera vagnlossningsanordningarna för nominell fartygslastningskapacitet. Tendensen idag är att alla nya exportterminaler utrustas med lager.

Tillförseln till större delen av exporthamnarna sker med järnvägstransporter, ofta med sk enhetståg. Flera av hamnarna i Louisiana ligger vid Mississippi och erhåller dock kolet med pråmar från kolfälten i Mellanvästern. Prämtransporter på upp till 16 pråmar om vardera 1 400 t förekommer.

En detaljgranskning av de redovisade uppgifterna visar att 2 av terminalerna har en lagervolym som är större än 10-15 % av årsomsättningen, nämligen:

- o Thunder Bay, Canada
- o Hunt International, USA

Thunder Bay-terminalen ligger vid de Stora Sjöarna och är stängd under vintern. Leverans av kol till terminalen sker dock under större delen av året, vilket kräver en stor lagervolym. Lagret är således också ett säsonglager.

Hunt International har angivit svävande uppgifter beträffande årsomsättningen. Därför kan det vara troligt att även lagervolymen är angiven med en viss osäkerhet.

Ett fåtal exportterminaler har mycket små lager. I två av dessa hamnar, som ligger i England, lastas fartygen direkt från järnvägsvagnar. I en tredje, Quatrain i Portsmouth, USA, består lagret av ett rundlager. Även i detta fall är det troligt att lastning av fartygen huvudsakligen går direkt från järnvägsvagnar.

Ett visst samband mellan dimensionerande fartygsstorlek och lagervolym föreligger. För hamnar med ett vattendjup motsvarande fartyg om 80 000 dwt och större är lagerstorleken normalt större än 10 % av årsomsättningen. I Gdansk hamn, som kan ta emot fullastade Östersjö-maxfartyg, dvs 110 000 dwt,

är dock lagervolymen ca 6 % av omsättningen. Detta torde bero på att större delen av kolexporten går till näraliggande importländer i Europa på fartyg om högst 40-50 000 dwt.

I exportterminaler för fartyg mindre än 80 000 dwt är lagervolymen mindre än 10 % av årsomsättningen.

En regressionsanalys av lagervolymen som funktion av årsomsättningen ger att lagerstorleken är ca 12 % av omsättningen. Korrelationskoefficienten är större än 0,9.

5.432 ----- Importhamnar

Vid bearbetningen av lagervolymen har skiljts på konventionella importhamnar, omlastningshamnar och hamnar vid kraftverk. I fig 5.4, 5.5 respektive 5.6 visas lagervolymen som en funktion av årsomsättningen vid importhamnar, omlastningshamnar respektive kraftverkshamnar.

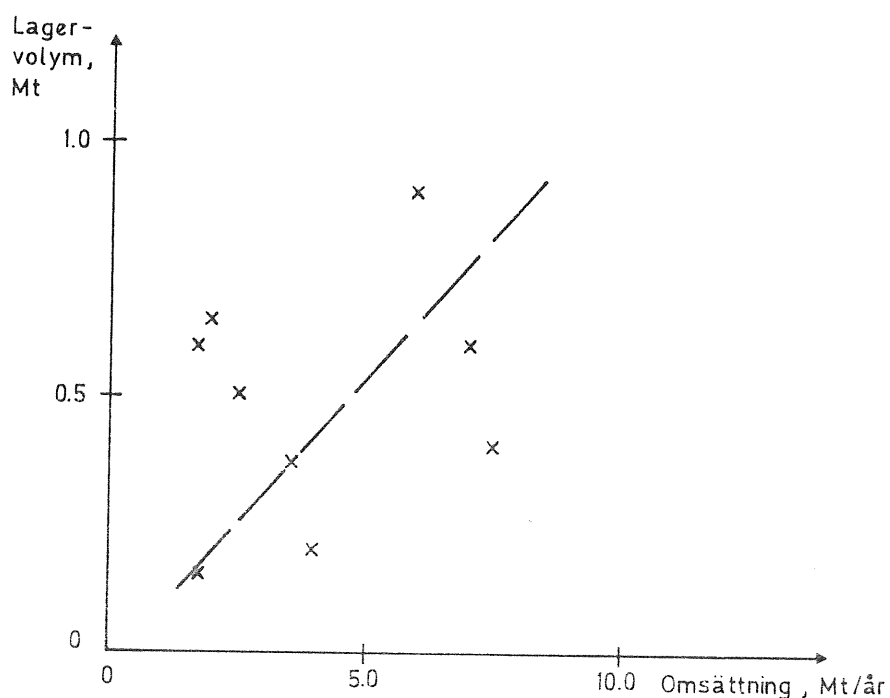


Fig 5.4 Lagervolym i importhamnar

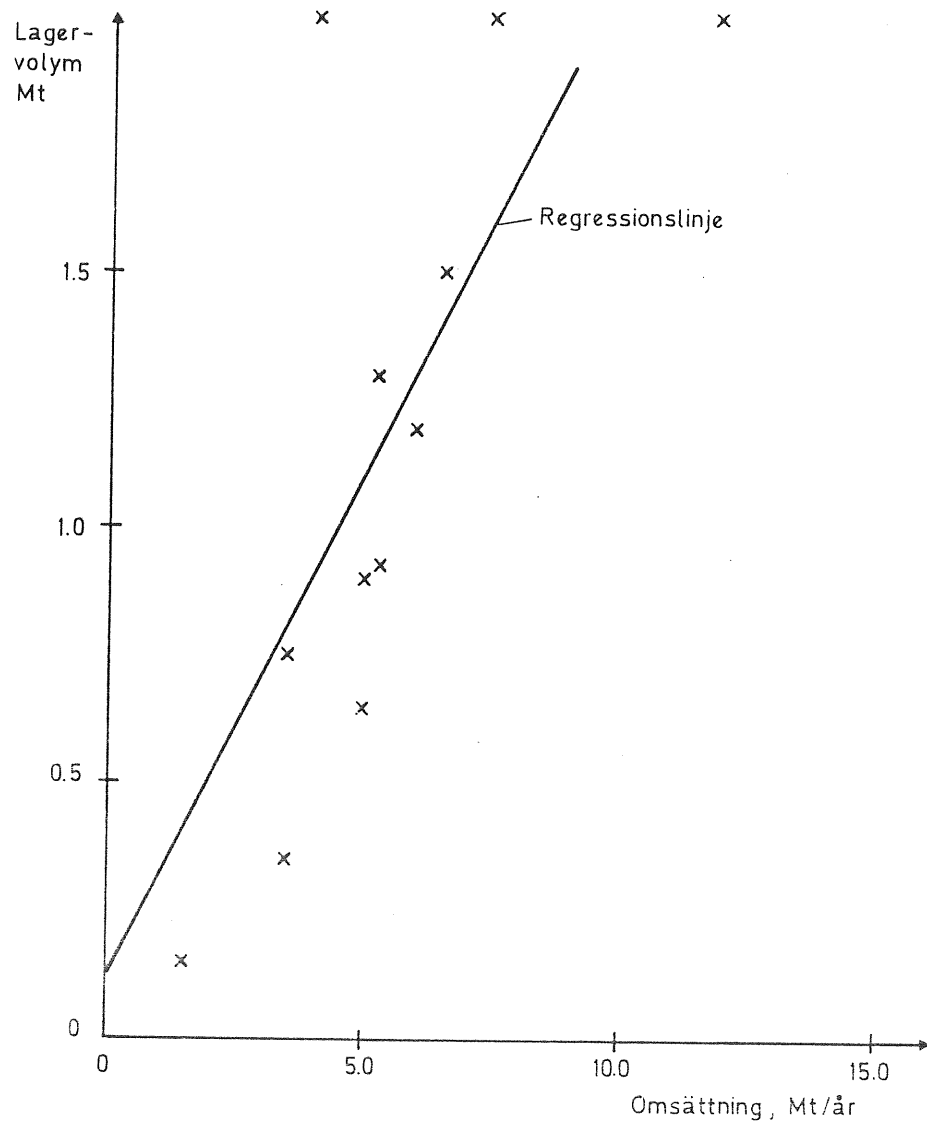


Fig 5.5 Lagervolym i omlastningshamnar

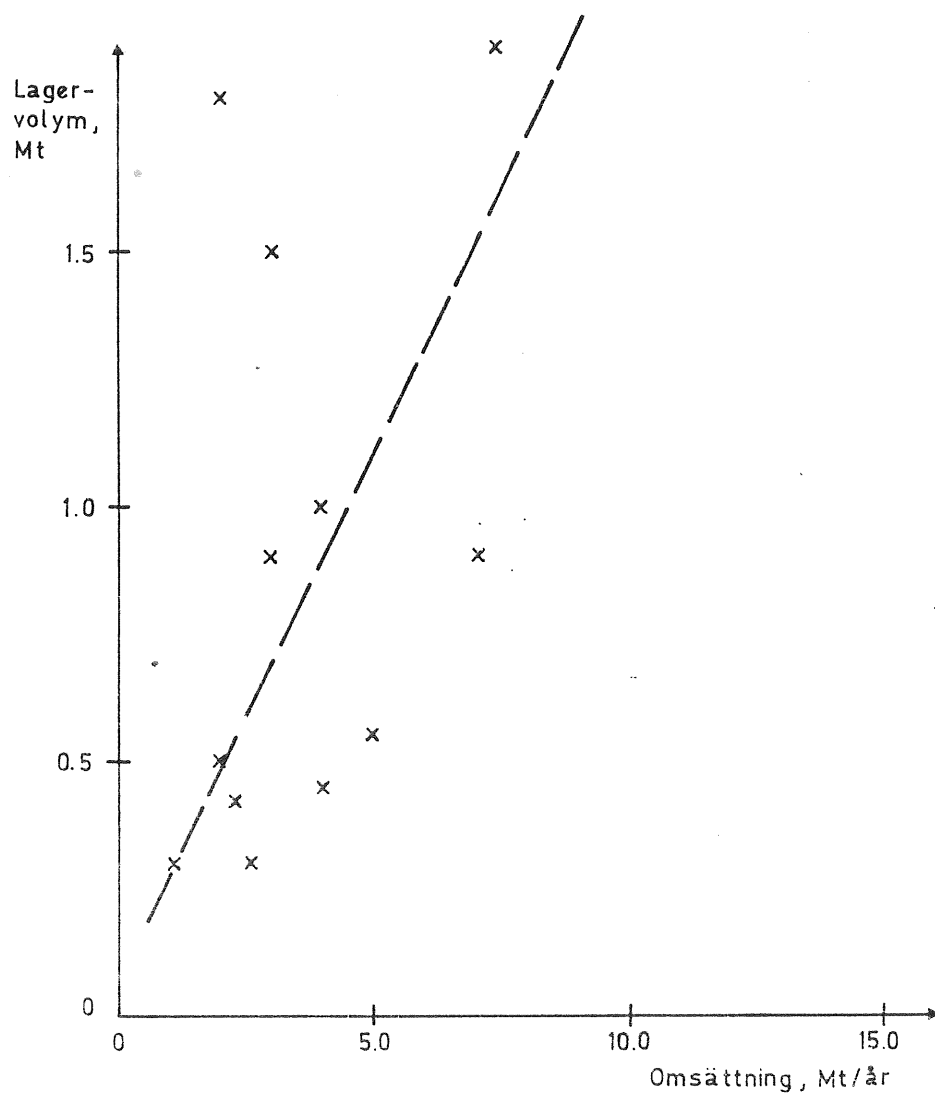


Fig 5.6 Lagervolym i kraftverkshamnar

För de konventionella importhamnarna är spridningen av lagervolymer förhållandevis stor. Något entydigt samband mellan lagervolym och årsomsättning synes ej föreligga.

För omlastningshamnarna synes ett visst samband gälla. En regressionsanalys ger vid handen att lagerstorleken är ca 20 % av årsomsättningen. Korrelationskoefficienten uppgår till ca 0,6, vilket visar att spridningen ej är alltför stor. Den stora lagervolymer kan bero på att flera olika kolkvaliteter lagras i terminalen. Detta medför att den totala lagerstorleken blir relativt stor i förhållande till årsomsättningen. Vidare kan någon form av säsong- eller beredskapslager finnas i omlastningshamnen.

Även för kraftverkshamnarna synes ett samband mellan lagervolym och årsomsättning föreligga. En regressionsanalys visar att lagerstorleken är ca 15 % av årsomsättningen. Korrelationskoefficienten är dock förhållandevis låg och uppgår till ca 0,5.

Sammanfattningsvis har studien visat att för konventionella importterminaler är lagervolymer ca 10 % av årsomsättningen. För omlastningshamnar är motsvarande värde ca 20 %. För kolhamnar vid kraftverk är lagervolymer ca 15 % av årsomsättningen. Lagret i detta fall synes även omfatta ett beredskapslager. I kraftverkshamnarna i de nordiska länderna Danmark och Finland ingår beredskapslager i de angivna lagervolymer. För dessa länder gäller att lagerstorleken inklusive detta beredskapslager uppgår till ca 40 % av årsomsättningen.

6. LAGERTYPER

6.1 ALLMÄNT

Kol lagras i många former av lager. Under det senaste årtiondet har flera ekonomiska lagertyper framkommit, vilka i detalj kommer att beskrivas nedan.

Lagertyperna kan grovt uppdelas i öppna och täckta lager. De sistnämnda är ovanliga när det gäller kollager i hamnar och hos större förbrukare.

När det gäller de öppna lagren förekommer huvudsakligen nedanstående lagertyper:

- o Nordiskt lager
- o Kontinentalt lager
- o Rundlager.

Varianter av ovanstående lagertyper förekommer ibland.

När det gäller täckta större lager finns följande lagertyper:

- o Täckt planlager
- o Storsilor
- o Bergrum.

De olika lagertyperna med tillhörande hanteringsutrustning redovisas i det följande.

6.2 NORDISKT LAGER

6.21 Lagerlayout

I denna typ av lager lagras kolet i en eller flera stora högar, se fig 6.1, som visar kollager för Ingå kolkraftverk i Finland.

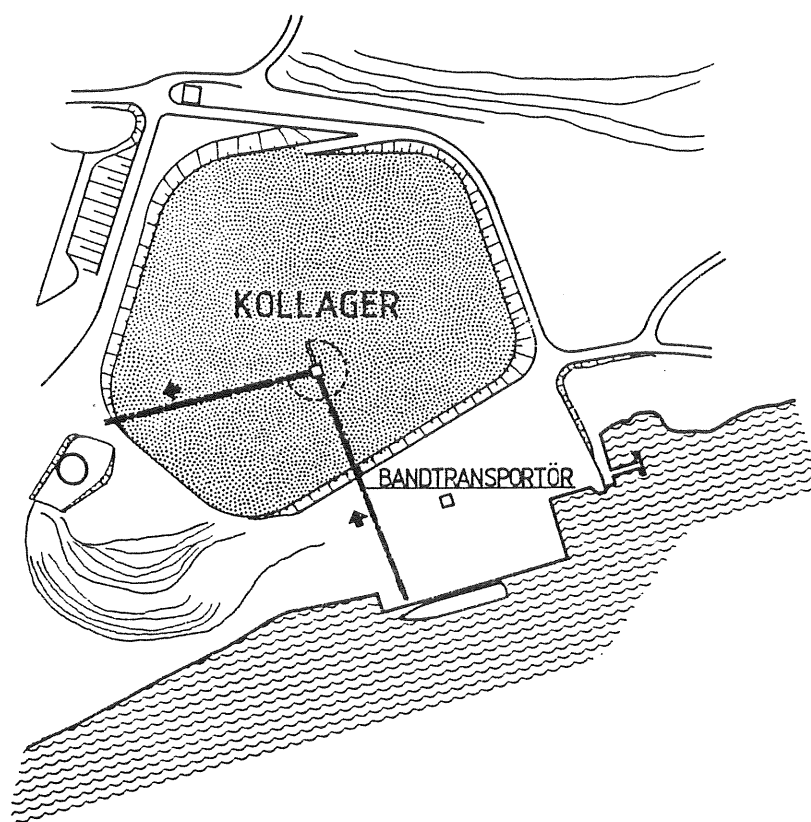


Fig 6.1 Nordiskt lager, Ingå, Finland

Kolet transporteras normalt in i lagret med bandtransportörer från vars ändpunkter kolet faller ned på lagerytan. Transporten i lagret utförs med hjullastare eller schaktbladstraktorer, som även komprimerar kolet. Uttransporten från lagret sker med samma redskap, som för kolet till fickor, varifrån det med bandtransportörer går vidare till förbrukare eller lastningsanläggning.

Lagerstorlekar mellan 10 000 och 1 800 000 t förekommer. Av den utförda studien att döma utnyttjas denna lagertyp främst vid små till måttliga årsomsättningar, upp till ca 3-4 Mt/år.

Höjden på denna typ av lager beror dels på de geotekniska förhållandena, dels på kolets egenskaper. Vid god kompaktering av kolet, så att risken för självantändning minimeras, kan lagerhöjder upp till 35-40 m förekomma. Dessa stora lagerhöjder förekommer bl a i Ingå.

Blandning av olika kolkvaliteter kan utföras med denna lagertyp om lagerhögar för skilda kol kan åstadkommas. Genom att reglera tillförseln till utlastningsfickorna kan en viss blandning erhållas.

Från ett nordiskt lager, tillhörigt Massey Coal Co, Newport News, Virginia, vilket exemplifieras nedan, kommer blandat kol att kunna tillhandahållas.

6.22 Infrastruktur

För att utnyttja en av det nordiska lagrets fördelar, nämligen den stora lagerhöjden, bör de geotekniska förhållandena vara goda så att höga grundpåkänningar kan tillåtas. En lagringshöjd av 40 m kompakterat kol kan ge ett grundtryck av ca 0,4 MPa motsvarande 40 t/m².

Goda grundläggningsegenskaper erbjuder berg, morän och sand. Leror och andra kohesionsmaterial kan dels begränsa lagerhöjden kraftigt, dels ge upphov till stora sättningar, vilket påverkar bl a bandgångar för bandtransportörer.

Den ursprungliga marken täckes ofta med något fyllnadsmaterial. I Hanaholmen, Finland, täckes den inspolade sjösanden med slagg. Även i Oxelösund utnyttjas slaggprodukter från stålverket för att erhålla en god yta för hjullastare. I andra terminaler utnyttjas asfaltbetong. Även kompakterad jord utnyttjas som i Le Havre.

6.23 Hanteringutrustning

Kolet transporteras upp på kolhögen eller högar-
na med bandtransportörer. Utläggningen på lagret kan antingen ske från en ändpunkt av bandtransportören eller från flera punkter. I Ingå utnyttjas en bandtransportör på konsol som kan vridas runt. Genom denna anordning kan en stor yta av lagret täckas och transportlängderna för utläggningsredskapen minskas. I andra kollager, t ex Massey i New Port News kan kolet lastas av utefter bandtransportörens hela längd genom en avlastarvagn. En tredje variant återfinns i Enstedverkets, Danmark, kollager. På en överliggande bandtransportör finns en avlastarvagn som för ned kolet på en tvärgående åkbar mindre transportör. Denna transportör är förskjutningsbar i sidled mellan 5 och 15 m.

I terminaler med liten omsättning kan transporter mellan lossningskaj och lager ske med lastbilar eller dumpers. Så sker till lagret för värmeverket i Flensburg, som har en årsomsättning av ca 200 000 t.

I äldre importhamnar för kol utnyttjades ibland kolkranar för att lägga ut kol på lagret, som var placerat alldeles bakom kajen. Som kranar användes kranar med stora portaler, som spände över hela kollagret. Kolet lastades även ut från lagret med dessa kranar. Denna form av lager förekommer ej i moderna kolhamnar.

Uttransporten på lagret utföres med hjullastare, fig 6.2, eller speciella schaktbladstraktorer.

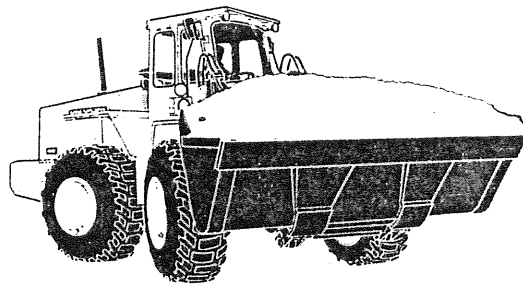


Fig 6.2 Hjullastare

Vid uttransporten av kolet på lagerhögen med dessa redskap sker en viss kompaktering av lagret.

Utlastning från lagret kan ske ofta genom ficka som ligger under lagerhögarna. Kolet rasar själv ned i dessa fickor. Exempel på detta system utgörs av lager dels i Ingå och dels hos Massey. De redskap som utnyttjas för inlastning i lagret utnyttjas även för att transportera kolet fram mot fickorna.

I mindre terminaler kan fickan eller fickorna placeras i marknivå intill lagret. Hjullastare används då för att föra kolet från lagret till ficka och utgående bandtransportör.

6.24 Exempel på nordiska lager

6.241 Ingå

Lagret utnyttjas som buffert- och beredskapslager för Ingå Kraftverk, se fig 6.1. Lagret kan ta emot ca 1,8 Mt kol. Kraftverket har en årlig genomsnittsförbrukning av 2 Mt. Från kajen transporteras kolet med bandtransportörer upp till en höjd av ca 45 m över lagrets bottenyta. Den ingående bandtransportören har en kapacitet av 1 200 t/h. Under ändpunkten på denna transportör sitter en ca 20 m lång vridbar transportör. Intransporten till lagret ombesörjes med 2 Caterpillar 988 och 1 stor hjullastare. Uttransporten från lagret sker genom en stor ficka nedsprängd i berget under lagret. Från denna ficka går en bandtransportör om 900 t/h in till kraftverket.

6.242 Massey Coal Terminal, Newport News

Kolet kommer med järnvägståg till exportterminalen Newport News från gruvorna i Appalacherna. Från vagnlossningsstationen går kolet med två överliggande bandtransportörer om 6 000 t/h ut till lagret, fig 6.3.

Terminalen har en teoretisk kapacitet av 12 Mt/år. Lagervolymen uppgår till 1 360 000 t.

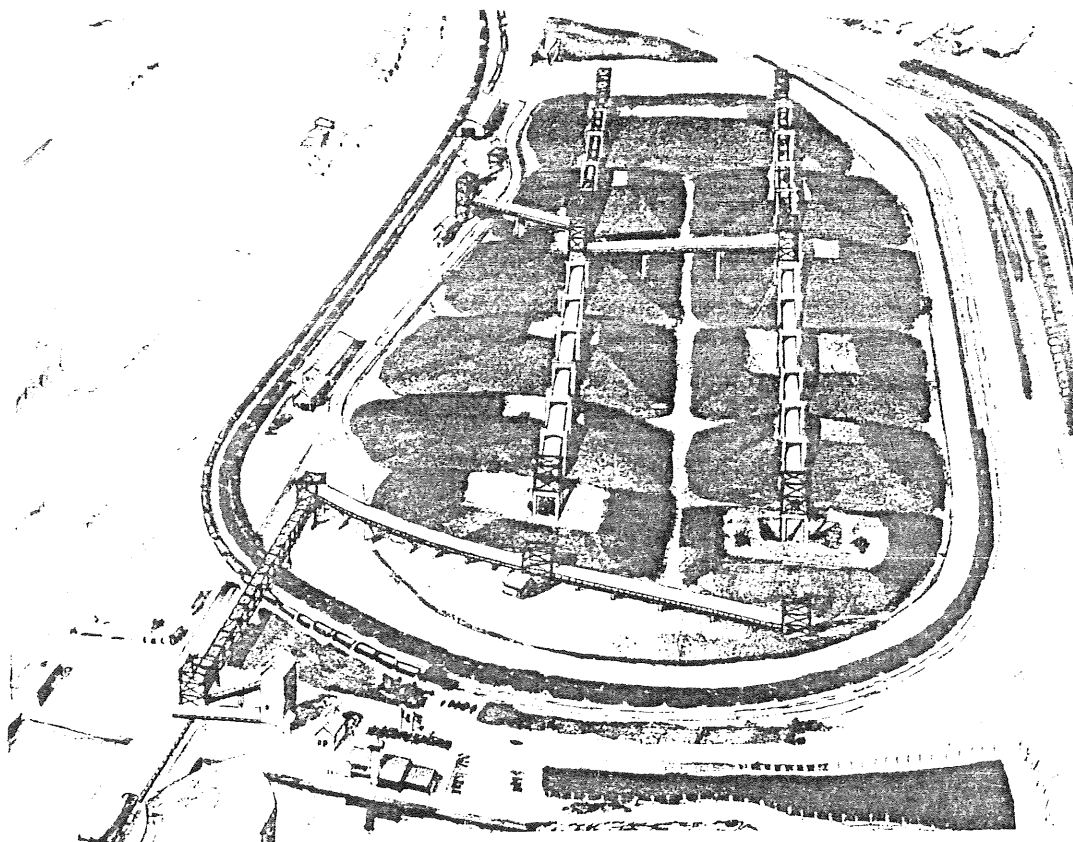


Fig 6.3 Massey Coal Terminal

De två överliggande bandtransportörerna är försedda med avlastarvagnar, vilka kan lasta av kol utefter hela transportörens längd. Kolet kan läggas i 12 högar. För uttransporten på lagerhögarna utnyttjas hjullastare och schaktbladstraktorer.

Transporten från lagret sker genom fickor under var och en av lagerhögarna. Dessa fickor försörjer två bandtransportörer om 8 000 t/h under mark. Transportörerna förenas med en tvärgående transportör som leder ut till kajtransportören.

Genom datorstyrning av intransporter till lagerhögarna kan kol med ett bestämt energiinnehåll levereras. Uttransportkapaciteterna från de olika lagerhögarna kan regleras. Enligt uppgift skall blandningsspecifikationen kunna uppfyllas med en noggrannhet av $\pm 1\%$.

6.3 KONTINENTALT LAGER

6.31 Lagerlayout

I denna lagertyp lagras kolet i långa strängar, se fig 6.4, som visar lagerlayouten för den planerade exportterminalen i Kooragang, New South Wales, Australien.

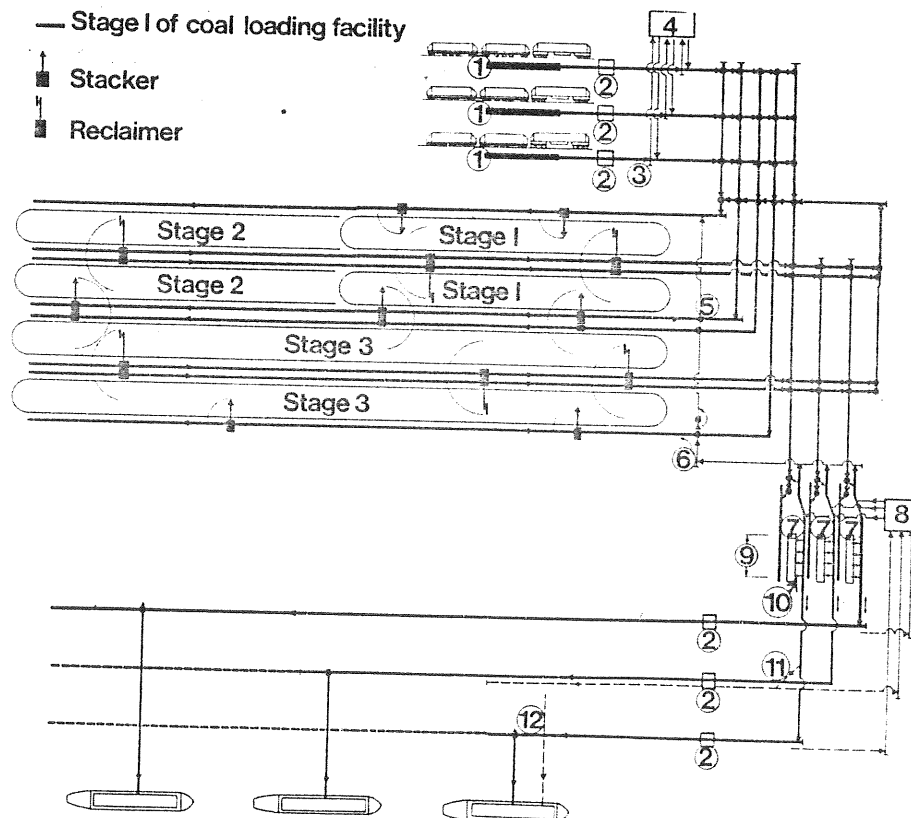


Fig 6.4 Kontinentalt lager

Kolet transporteras in i lagret med bandtransportörer mellan lagerhögarna. Från dessa transportörer går kolet med rälsbundna utläggningsredskap ut på högarna. Utlastningen från lagret sker med skovelhjulsgörare, som lastar in kolet på transportörerna mellan högarna. Härifrån går kolet vidare till konsument eller utlastningsanläggningar.

Lagervolymer är normalt stora för denna typ av lager, mellan ca 300 000 och 3 000 000 t. Hitills utförda undersökningar visar att denna typ av lager är vanlig vid omsättningar över 2-3 Mt/år.

Lagringshöjden för högarna är normalt 15-20 m, men höjder på upp till 22-25 m förekommer. Bredden på lagersträngarna är beroende av lagringsredskapens armlängder. Vanlig bredd på en hög, som har redskap på båda sidor, är 50-60 m, men bredder på upp till ca 80-100 m förekommer.

I denna typ av lager kan blandning av olika kol-kvaliteter ske. Genom olika utläggningsmetoder, som beskrivs nedan, kan en förhållandevis god noggrannhet i fråga om blandning erhållas.

6.32 Infrastruktur

På grund av den högre lagerhöjden är kraven på goda geotekniska förhållanden ej lika höga som för ett nordiskt lager. Under ett 20 m högt lager kan grundpåkänningen uppgå till ca 0,15-0,20 MPa, dvs 15-20 t/m².

Lera och andra sämre jordarter skall ej utnyttjas som underlag för kontinentala lager.

Med hänsyn till driften av hanteringsredskapen bör rälsen ej utsättas för sättningar. Om sättningsbenägen mark finns bör rälsbana och bandtransportörer läggas upp på en bank som grundförstärkts.

Yttagret i lagret kan bestå av sand eller makadam. I några fall, t ex i den planerade Maasvlakte Coal Terminal i Rotterdam, kan yttagret utgöras av kol som kasserats.

Normalt kommer hjullastare eller andra mobila hanteringsredskap ej att köra på lagerbotten, därför fordras ej några bättre beläggingsmaterial på underlaget.

6.33 Hanteringsutrustning

Inlastningen av kol på lagret sker antingen med rälsgående utläggningsmaskiner, s k stackers, fig 6.5, eller kombinerade utläggnings- och utlastningsredskap, s k stacker-reclaimers, fig 6.7.

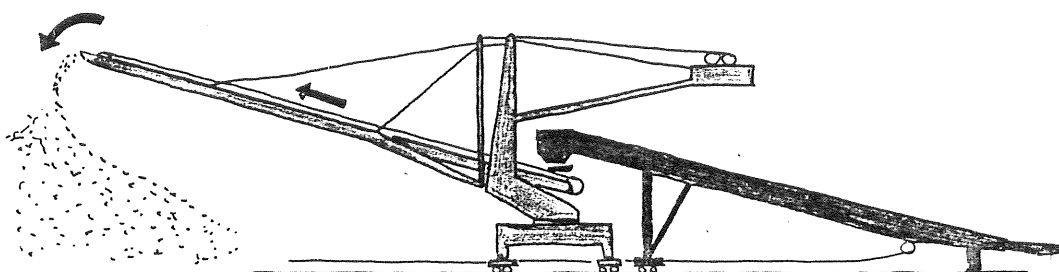


Fig 6.5 Utläggingsredskap eller stacker

Kolet föres från en bandtransportör, som löper parallellt med lagerhögen, med hjälp av en avlastarvagn upp på stackern. Dennas överdel utgörs av en vrid- samt höj- och sänkbar arm med bandtransportör. Stackers med en utliggning upp till 60 m förekommer. Utläggningskapaciten för kol kan uppgå till ca 6 000 t/h.

Genom att vrida och manövrera stackerarmen i höjled kan kolet placeras i godtycklig plats i lagersträngen. Härigenom kan olika kolsorter placeras in på olika nivåer i lagerhögarna. Vidare kan armen ställas in så att fallhöjden för kolet ned till lagerytan blir liten vilket minskar risken för dammspridning vid utläggning av kolet. Stackerns rörelser styrs av en förare. Möjligheter föreligger att automatisera utläggningsarbetet. Endast ett fåtal redskap med automatisk styrning har levererats.

Utlastning från lagret sker med skovelhjulsgrävare, s k reclaimers, fig 6.6 eller kombinerade stacker-reclaimers, fig 6.7.

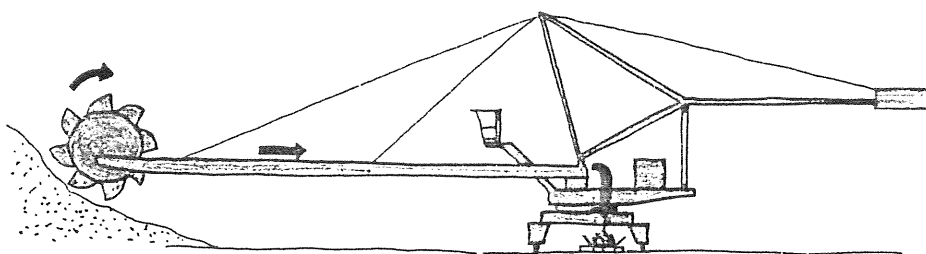


Fig 6.6 Skovelhjulsgrävare eller reclaimer

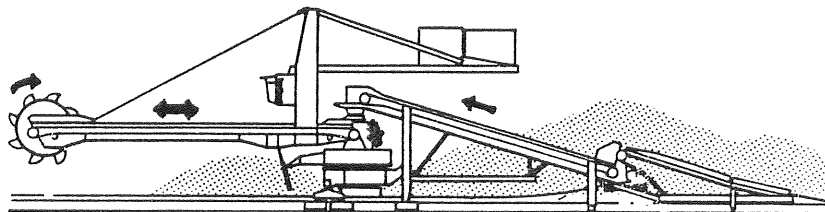


Fig 6.7 Kombinerad stacker-reclaimer

Kolet lastas ut från lagerhögen med skovelhjulet som normalt är utrustat med 8-10 grävskopor. Från dessa skovlar faller kolet ned på en bandtransportör som vilar på en konsolarm. Armen är vridsam samt höj- och sänkbar, så att grävning kan ske i godtycklig punkt utefter lagersträngen. Från bandtransportören på armen faller kolet ned på bandtransportören mellan lagerhögarna.

Reclaimers med utliggning upp till 50-60 m förekommer. Utlastningskapaciteten för kol kan vara upp till 6 000 t/h.

I de kombinerade utläggnings- och utlastningsredskapen är bandtransportören på den vridbara armen reversibel. Stacker-reclaimers med utliggning av ca 55 m har levererats.

Liksom för stackers kan även reclaimers och stacker-reclaimers automatiseras. Enligt uppgift har några automatiserade reclaimers levererats.

Normalt räcker ovan nämnda redskap att hantera kolet i lagret. Vid längre tids lagring och vid högre lagerhögar, då risk för självantändning kan föreligga, är det lämpligt att komprimera lagerhögen. Denna komprimering kan utföras med hjullastare eller vibratorvältar. Utläggningen sker i horisontella lager med tjocklek mellan 0,3 och 0,5 m.

Några fasta regler för när komprimering skall utföras finns ej, eftersom risken för självantändning är beroende av en mängd faktorer såsom kolets kvalitet, kornfördelning, svavelhalt, fukthalt etc.

Layouten för ett lager med kombinerade stackers och reclaimers skiljer sig från den för ett lager med separata redskap. I fig 6.8 redovisats layouten för ett lager med separata redskap.

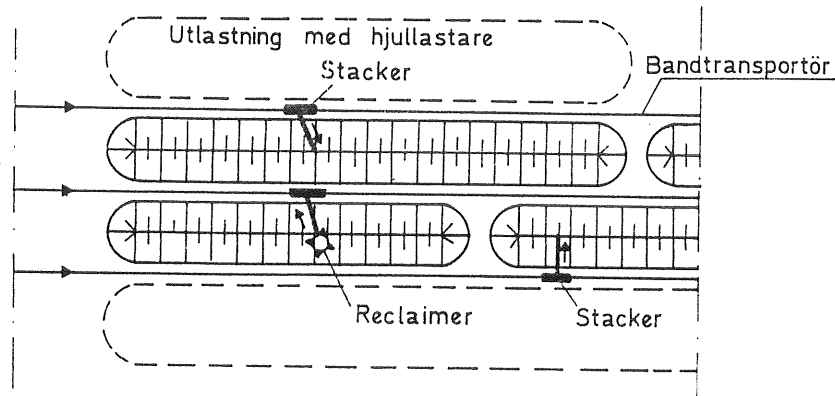


Fig 6.8 Layout för lager med separata stackers och reclaimers

Lagret kan förses med en stacker och en reclaimer med var sin bandtransportör. Genom detta arrangemang kan dock endast en lagersträng hanteras. För att hanteringen helt skall kunna ske med dessa redskap får lagersträngens bredd ej vara större än reclaimerns utliggning. En relativt begränsad bredd upp till 40-50 m kan därvid åstadkommas. Två rälsträngar med tillhörande bädd erfordras.

För att utnyttja reclaimern mera effektivt bör två stackers utnyttjas. Härigenom kan två parallella lagersträngar hanteras. Tre bandtransportörer erfordras. Även tre rälsträngar är nödvändiga i detta fall.

Eventuellt kan stackern och reclaimern gå på samma räl mitt i lagret. Två bandtransportörer erfordras dock för att samtidig inlastning och utlastning skall förekomma. Denna lagertyp är på grund av sin lägre flexibilitet ovanlig.

En fördel med lagerlayouten med separata stackers och reclaimers är att ett passivt eller semiaktivt lager kan anordnas på den sidan av stackerspåret, där reclaimer saknas.

En layout för ett lager med kombinerade stacker-reclaimers visas i fig 6.9.

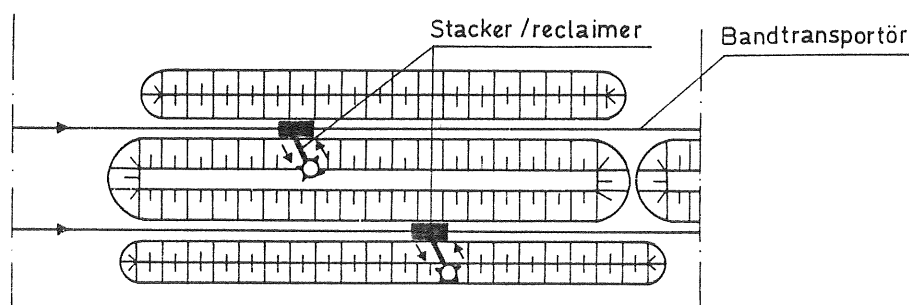


Fig 6.9 Layout för lager med kombinerade stacker-reklaimers

I en första utbyggnadsetapp utrustas lagret med ett kombinerat redskap med en bandtransportör. Lagervolymer som betjänas med detta redskap är ungefär lika stor som för ett mekaniserat lager enligt fig 6.8 med två separata stackers och en reclamer. En nackdel med endast ett kombinerat redskap är att inlastning i och utlastning från lager ej kan ske samtidigt.

Vid två kombinerade redskap kan avståndet mellan spåren, dvs bredden på lagerhögen mellan spåren, vara större än vid ett lager med separata redskap vid samma utläggning på redskapen.

Lager med de kombinerade lagringsredskapen erbjuder flera fördelar än lager med separata redskap. Deras så gott som enda nackdel är att vid ett enda kombinerat redskap kan samtidig inlastning och utlastning ej ske. Denna nackdel försvinner dock när två kombinerade redskap installeras.

Vid en genomgång av flertalet kontinentala lager som är under byggande eller planeras i export- och import hamnar visar det sig att kombinerade stacker-reclainers finns i mer än 80 % av lagren.

I de kontinentala lagren kan blandning av kolkvaliteter åstadkommas med relativt gott resultat. Kvaliteten på blandningen beror på hur kolet lägges ut på lagret. Normalt då ingen blandning erfordras, lägges kolkvaliteterna ut i separata högar. När blandning av kol sker, läggs kolet ut i form av band i lagerhögen. Utläggningen sker i ett sk Windrow-mönster, fig 6.10.

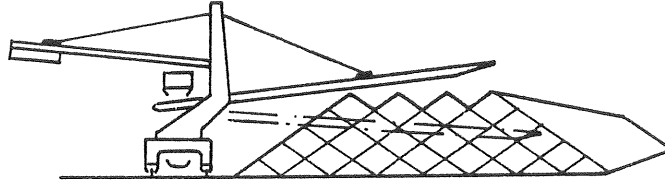


Fig 6.10 Windrow-mönster

De olika strängarna representerar olika kolkvaliteter. Vid grävning med reclaimern enligt särskilt mönster kan en viss blandning åstadkommas.

Blandning med denna metod kan utföras i exporthamnar, där de till lagret inkommande satserna med olika kvaliteter är av måttlig storlek, högst ca 10 000 t. När det gäller importterminaler, där de inkommande satserna kan utgöras av hela fartygslaster, är det svårt att åstadkomma blandning genom utläggning av kol i Windrow-mönstrer i ett kontinentalt lager.

6.34 Exempel på kontinentala lager

6.341 Port Kembla

Kolterminalen Port Kembla, belägen ca 60 km söder om Sydney, New South Wales, har nyligen byggts ut för en kapacitet av 15 Mt/år. Kolet transporteras till Port Kembla med järnvägsvagnar och lastbilar. I hamnen kan kolet lastas i fartyg upp till 110 000 dwt.

I den nu färdigställda utbyggnadsetappen kommer terminalen att ha ett lager om 800 000 t, vilket i senare etapper kan utvidgs till 1 400 000 t. I detta lager avses lagras upp till 16 kolkvaliteter. Kollagret består av två lagersträngar, vardera med en bredd av ca 50 m och en längd av ca 1 000 m, se fig 6.11.

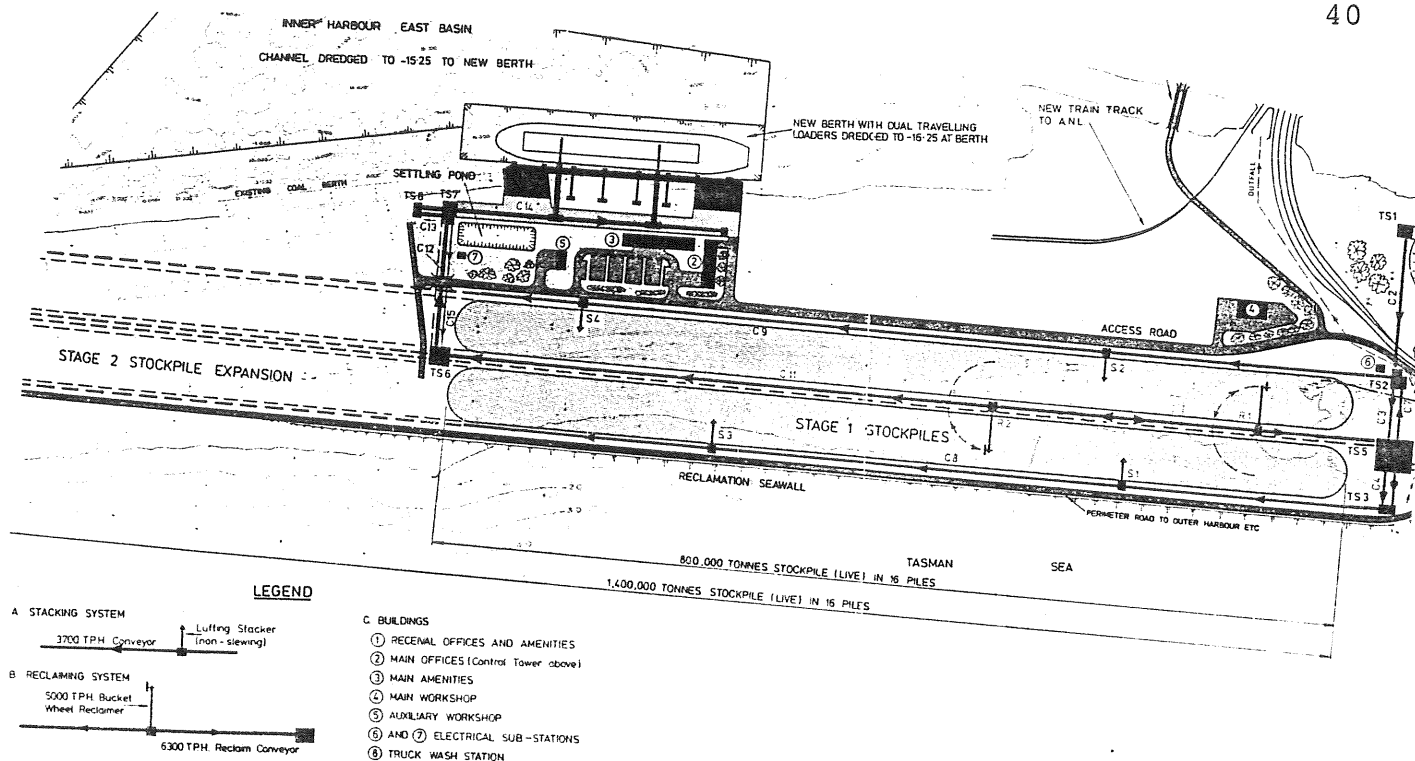


Fig 6.11 Port Kembla

Lagerhanteringen utförs med separata stackers och reclaimers.

Inlastningen i lagret sker med 4 stackers, vardera med en kapacitet av 4 400 t/h. Varje lagersträng försörjes från 2 stackers. Dessa stackers försörjes med en bandtransportör. När den ena stackern lastar in på lagret kan den andra stackern flyttas till en ny inlastningspunkt. Samtidig inlastning med två stackers kommer inte att utföras. Utlastning från lagret sker med 2 reclaimers, vardera med en kapacitet av 5 000 t/h. Även för dessa redskap är avsikten att ett redskap skall vara i arbete med utlastning. Det andra redskapet kan då flyttas till ny plats.

En sektion genom lagret visas i fig 6.12.

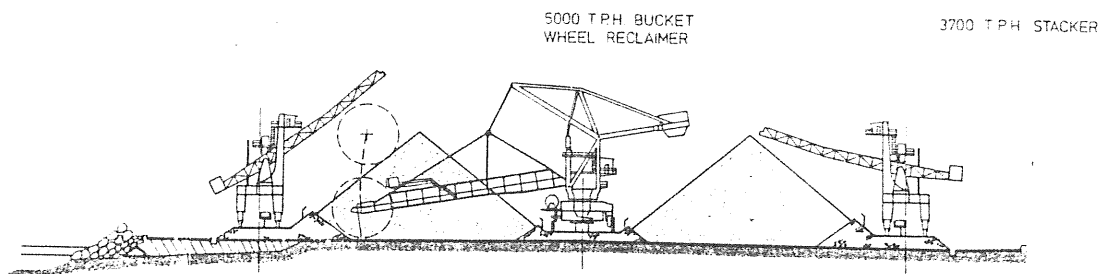


Fig 6.12 Lagersektion, Port Kembla

Layouten möjliggör förutom utlastning till de 2 fartygslastarna, vardera med en kapacitet av 6 000 t/h även, flyttning av kol från en del av lagret till en annan.

6.342 Cordemais, Nantes

I Cordemais intill Nantes i Frankrike uppföres två koleldade enheter om 600 MW. Varje aggregat får en kolförbrukning av 1,25 Mt/år. En mindre befintlig enhet skall omändras från olje- till koleldning.

Transporten till kollagret, utföres med järnväg från den närbelägna kolhamnen i Saint Nazaire-Nantes. Eventuellt kommer denna transport att utföras med 5-7 000 t pråmar.

Lagerlayouten framgår av fig 6.13. Lagret har en volym av 600 000 t, uppdelad på 3 lagersträngar, som täcker en yta av 11 ha.

Plan of the Cordemais power station showing: (1) coalpit for unloading wagons; (2) storage area with loading and unloading devices; (3) belt conveyors with transfer towers; (4) management building and command post; (5) intermediate storage silos; (6) supply into crushing silos; (7) gas oil cistern; (8) ash storage and truck loading; (9) loading post of ash into wagons; (10) clinker storage; (11) storage of waste products; (12) boilers and chimneys; (13) workshops; (14) warehouses; and (15) barge delivery berth

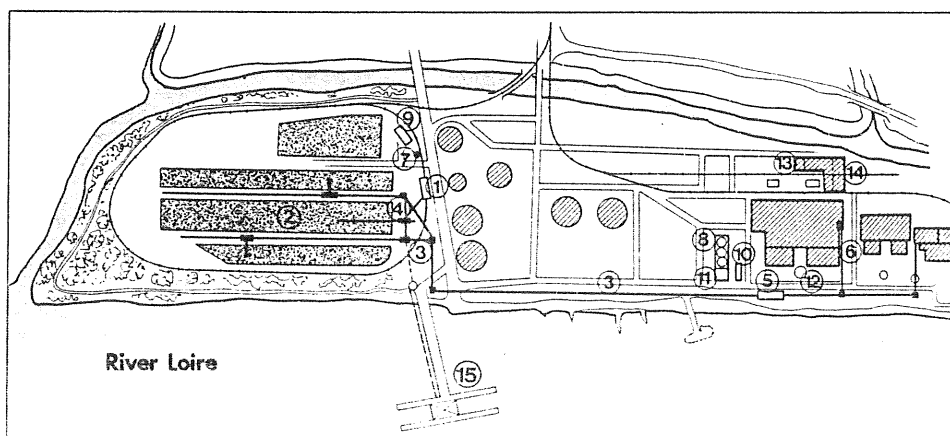


Fig 6.13 Lager i Cordemais

Lagerhanteringen avses utföras med kombinerade stacker-reclaimers.

Inlastningen i lagret sker med de kombinerade redskapen som har en utliggning 40 m. Kapaciteten vid stackningsoperationen är 3 000 t/h per redskap. Uttransporten från lagret sker med en kapacitet av 1 500 t/h. Inlastning till och utlastning från lagret kan ske samtidigt.

Från lagret transporteras kolet till 4 dygnsilor om vardera 1 000 t, eftersom arbetet i lagret skall pågå under 2 skift om vardera 8 h.

6.4 RUNDLAGER

6.41 Lagerlayout

Denna lagertyp har utnyttjats som lager vid koleldade kraftverk. En schematiserad lagerlayout visas i fig 6.14.

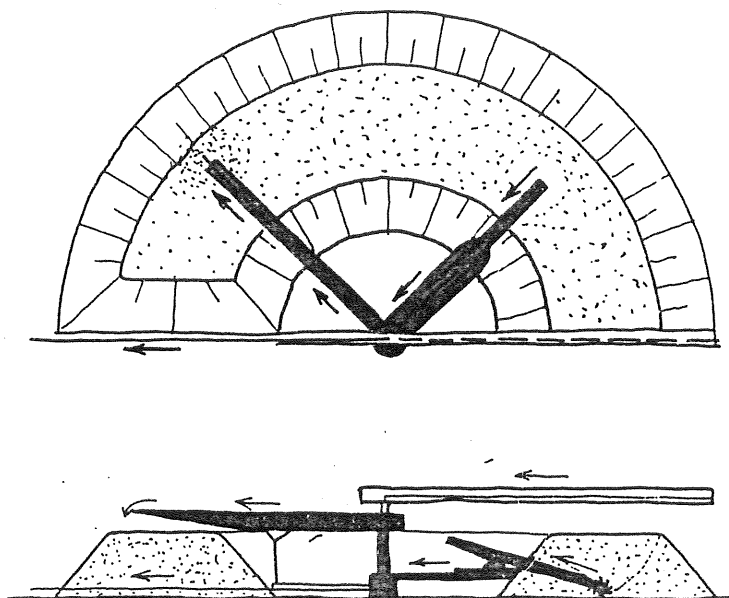


Fig 6.14 Rundlager

Kolet transporteras vanligen in i lagret, som är cirkulärt, med separata stackers och reclaimers. Lagervolymen är förhållandevis liten upp till 50-100 000 t. Årsomsättningen för de kraftverk som utnyttjar denna typ av lager uppgår till 2-3 Mt. Lagerhöjden är sällan högre än 15 m.

Blandning av olika kolkvaliteter kan utföras med denna lagertyp.

6.42 Infrastruktur

Den centrala delen av lagret som utgör fundament för centralpelare och räls för stackern och reclaimern måste grundläggas så att sättningar undviks. Helst bör även lagerhögen underlagras av sättningsfria jordar såsom friktionsmaterial eller ej alltför finkornig silt.

Belastningen från lagerhögen är vanligen mindre än 0,15 MPa, dvs 15 t/m².

Ytlagret i rundlagret kan bestå av material som tidigare beskrivits för det kontinentala lagret.

Rålsen för stackern och reclaimern måste grundläggas på en väldimensionerad makadam- eller grusbädd, eftersom belastningen på rålsen är stor.

6.43 Hanteringsutrustning

Inlastningen i lagret sker med en vridbar stacker, som vilar på en pelare i lagrets mittpunkt. Stackern har vanligen ett ben på insidan av den cirkulära lagerhögen. Stackern är oftast teleskoperbar. Stackers med utliggning upp till 50 m förekommer. Kapaciteten kan uppgå till 1 500 t/h.

Stackern försörjes genom en radiell bandtransportör som går över lagret.

Uttransporten från lagret utföres med en vridbar reclaimersom vilar på dels mittpelaren, dels rålsen på insidan av lagerhögen. Den yttre delen av reclaimersarmen kan även vara vridbar, så att alla delar av lagret kan nås. Reclaimerskapaciteten kan gå upp till 1 500 t/h.

Från reclaimern föres kolet ut ur lagret vanligen med en bandtransportör under lagerhögen.

En blandning av olika kolkvaliteter kan utföras på samma sätt vid den kontinentala lagertypen. Genom att inleveranserna till lagret kommer i förhållandevis små poster är förutsättningen för en bra kvalitet på blandningen goda.

6.44 Exempel på rundlager

Nedan beskrivet rundlager har levererats till ett kondenskraftverk i Västtyskland.

Lagrets utseende stämmer väl överens med översikts-skissen i fig 6.14.

Kolet kommer med järnväg huvudsakligen från västtyska gruvor.

Kollagret har en volym av ca 80 000 t. Inner- resp ytterdiameter för lagerringen är 17 resp 59 m. Lagerhöjden uppgår till 17 m.

Inlastningsstackern har en kapacitet av 1 500 t/h. Kapaciteten för utlastningsreclaimern är även den 1 500 t/h.

6.5 ANDRA TYPER AV ÖPPNA LAGER

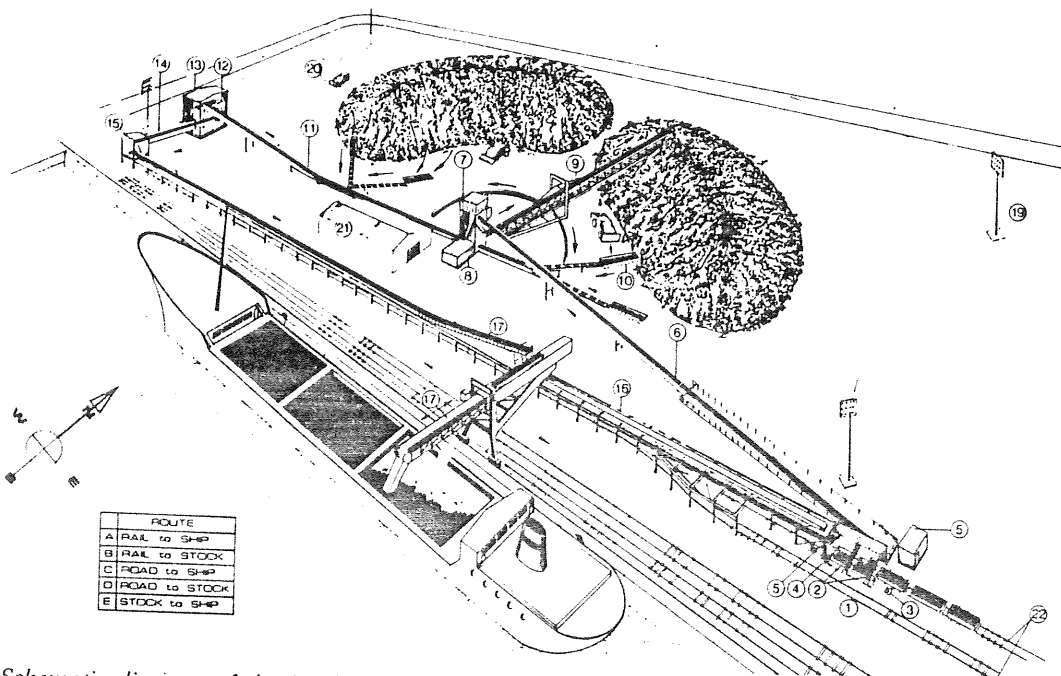
6.51 Allmänt

I det följande presenteras några olika typer av öppna lager som förekommer mera sällan. Beskrivningen av dessa lagertyper är ej lika detaljerad som för de tidigare beskrivna lagertyperna, eftersom de ej är så vanliga.

6.52 Lager med radialstacker

Denna lagertyp förekommer i hamnar med förhållandevis låg omsättning, normalt under ca 1,5 Mt/år. Tre exporthamnar med denna lagertyp har påträffats vid vår inventering.

Layouten för en av dessa, exporthamnen i Workington, England, visas i fig 6.15.



Schematic diagram of the Workington coal terminal, UK, for which Walker Engineering of Bristol recently won a £2m design and construction contract—legend: (1) under rail hopper, (2) belt feeders, (3) lineside equipment/signals, (4) dust suppression, (5) wagon canopy/compressor house, (6) stocking out conveyor, (7) control tower, (8) sub-station, (9) radial stacker, (10) reclaim AFC chain conveyors, (11) sampler feed conveyor, (12) automatic sampler, (13) sampler house, (14) weigh conveyor, (15) transfer house, (16) quay conveyor, (17) travelling shiploader, (18) road weighbridge/cabin, (19) high mast lighting, (20) bulldozers, (21) existing warehouse, (22) rail sidings

Fig 6.15 Radialstackerlager i Workington, England

Kolet kommer med järnvägsvagnar direkt från kolgruvorna och går ut till 1 radialstacker. Redskapet har en kapacitet av 1 000 t/h.

Utlastningen från lagret sker med hjullastare till fickor som med bandtransportörer står i förbindelse med skeppslastaren som har en kapacitet av 1 000 t/h.

Lagret har en volym av sammanlagt 24 000 t. Den beräknade omsättningen över terminalen är 1,5 Mt/år.

6.53 Lager med stacker

Även i större terminaler, t ex i Ryan-Walsh, Louisiana, med en årsomsättning av ca 5 Mt, användes lagersträngar som utlägges med rälsbundna stackers. Uttransporten från lagret utföres med hjullastare som transporterar kolet till fickor varifrån det förs vidare med bandtransportörer, se fig 6.16, som visar en anläggning i Oxelösund.

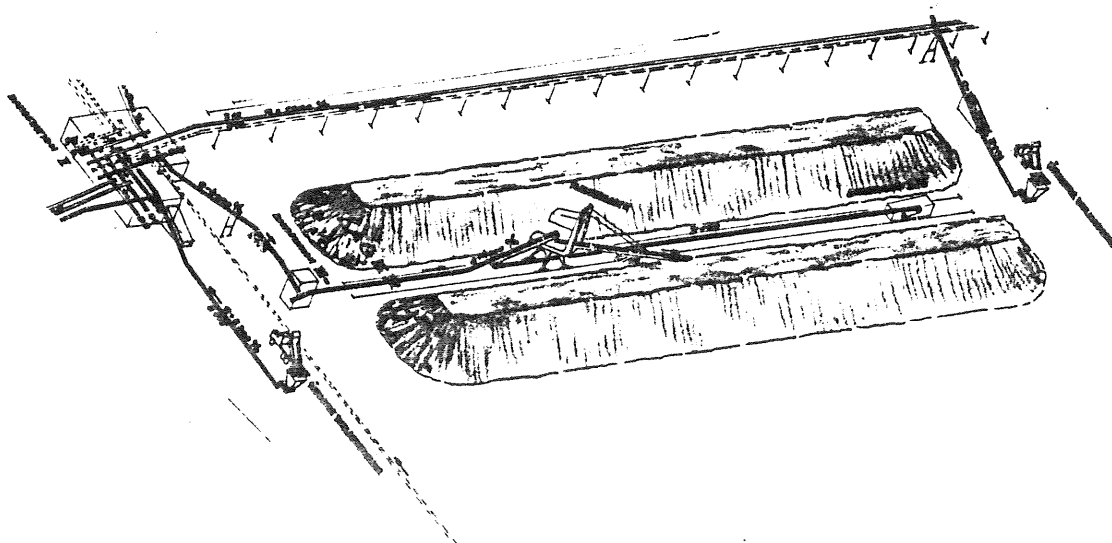


Fig 6.16 Lager med stacker

6.54 Lager med underliggande utlastningstransportörer

I importhamnar vid Stora Sjöarna utnyttjas långa lager försedda med överliggande bandtransportör och avlastarvagn samt underliggande bandtransportör. Genom speciella plogmatare kan bulkgodset matas ner på der underliggande bandet i godtycklig punkt.

Lagertypen har den fördelen att utlastning från lagret utan problem kan ske även mitt i vintern, genom att icke fruset bulkgoods från centrum av lagerhögen matas ut. Vidare elimineras nära nog risken för damning vid utlastning från lagret.

6.55 Blandningslager

Även lager, där en noggrann blandning av olika kolkvaliteter utföres, förekommer. Vid ett koleldat kraftverk om 600 MW +2x12,5 MW i Nijmegen, Holland, med en förbrukning av ca 2,2 Mt/år har ett blandningslager uppförts. Lagerlayouten visas schematiskt i fig 6.17.

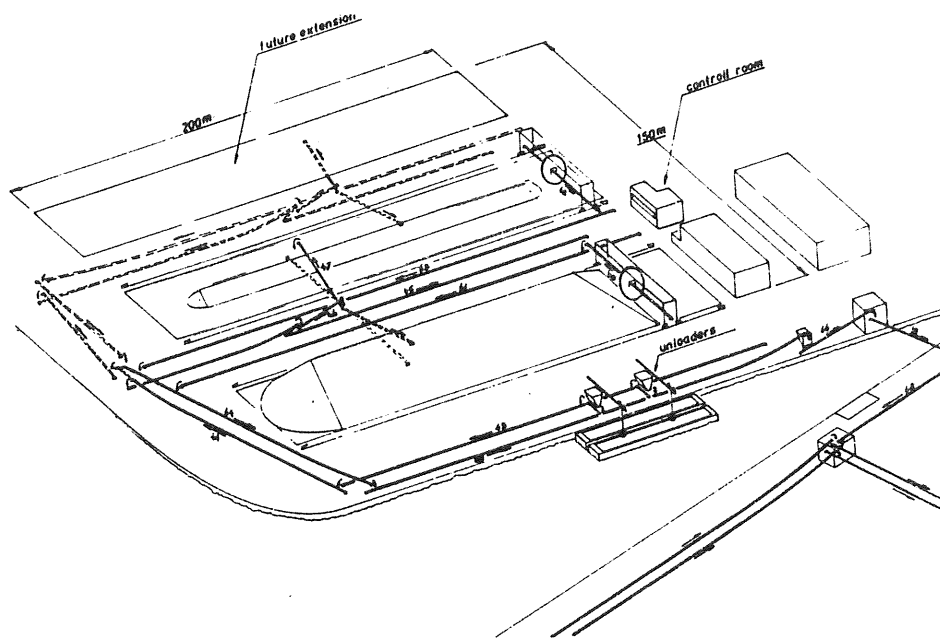


Fig 6.17 Lagerlayout för kraftverk i Nijmegen

Från kranarna som lossar de kolförande pråmarna transporteras kolet in i lagret med bandtransportörer och en stacker med kapaciteten 2 400 t/h. De två lagerhögarna har en total volym av 100 000 t.

Uttransporten utföres med två bro-skovelhulsgrävare, vardera med en kapacitet av 1 000 t/h. En sektion genom lagret visas i fig 6.18.

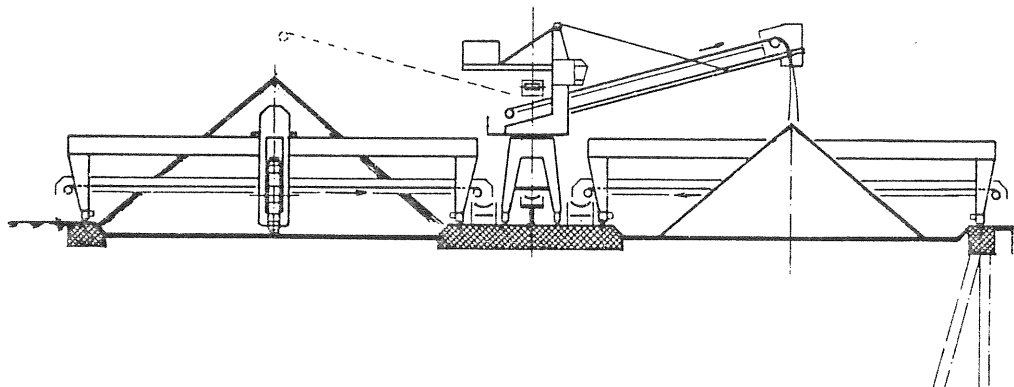


Fig 6.18 Sektion genom lager i Nijmegen

Såväl inlastning som utlastning är automatiserade.

6.6 TÄCKTA PLANLAGER

I en del fall önskas lager där den försumbara damningen från hantering och lageryta helt elimineras. I detta fall kan ett täckt planlager utnyttjas, se fig 6.19. Om lagret användes vid kolhantering, kan det vara lämpligt för mindre förbrukare, såsom värmekraftverk i närheten av bebyggelse. Ett likartat lager har även utnyttjats för homogenisering av kol i en gruva i Queensland.

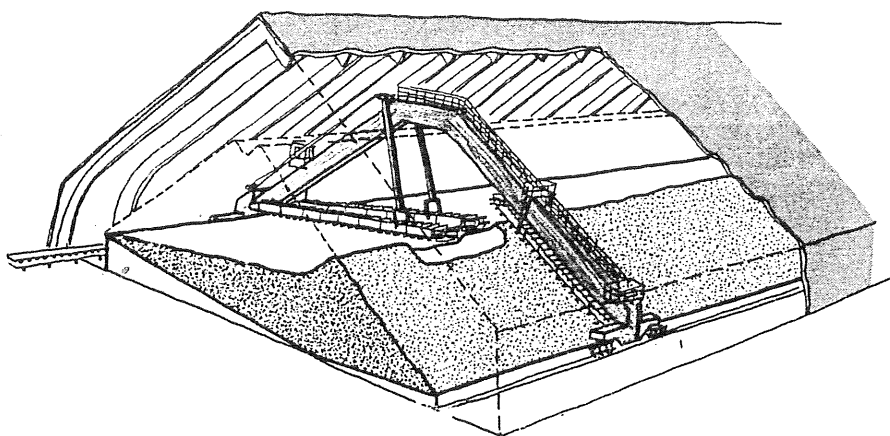


Fig 6.19 Täckt planlager

Kolet transporteras in i lagret med en bandtransportör under takåsen. Från bandet tippas kolet ned på lagret med en avlastarvagn. Uttransporten från den långsträckta lagerhögen utföres med en portalreclaimer eller kratzer, som skrapar ned kolet på en bandtransportör utefter golvet. Kratzern, som är rälsbunden, kan ha en spårvidd upp till ca 50 m.

Inlastningen kan även ske med en vridbar stacker. Hela inlastningen och utlastningen är vanligen automatiserade.

6.7 TÄCKTA JORDLAGER

I USA har utnyttjats teknik där täckta planlagers väggar utföres av armerad jord. Ett sådant lager har tagits i bruk för ett koleldat kraftverk i Pawnee, Colorado. En sektion genom denna lagertyp visas i fig 6.20.

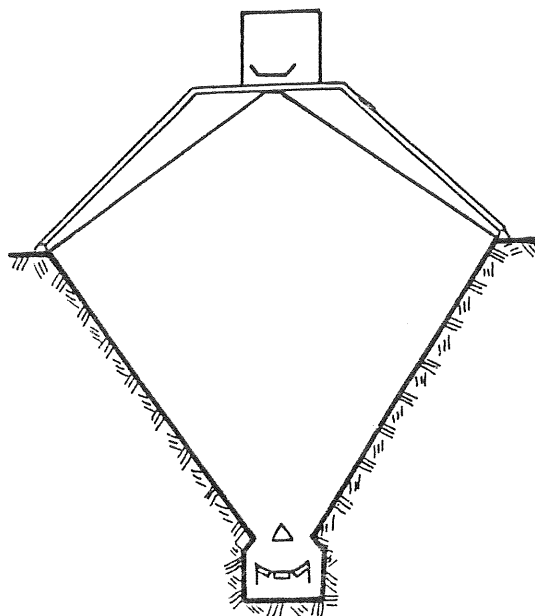


Fig 6.20 Täckt planlager med väggar av armerad jord

En enkel takkonstruktion, som bär en bandtransportör under takåsen, kan byggas upp över den avlånga rännan där kolet hanteras. Hanteringsmetodiken är likartad den som utnyttjas i lagret som beskrives under 6.54. Lager med underliggande utlastningstransportör.

6.8 TÄCKTA RUNDLAGER

Även rundlager som täckes med tak kan utnyttjas för kollagring på platser där damningen helt måste elimineras. Ett kalkstenslager som även kan användas för kol visas i fig 6.21. Lagret utnyttjas för blandning av olika kalkstenskvaliteter.

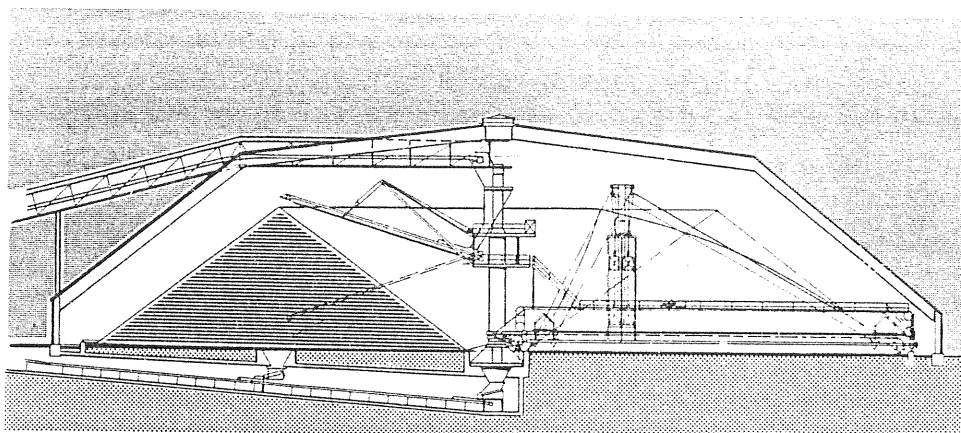


Fig 6.21 Täckt rundlager

Denna typ av lager har levererats till koleldade kraftverk i Västtyskland.

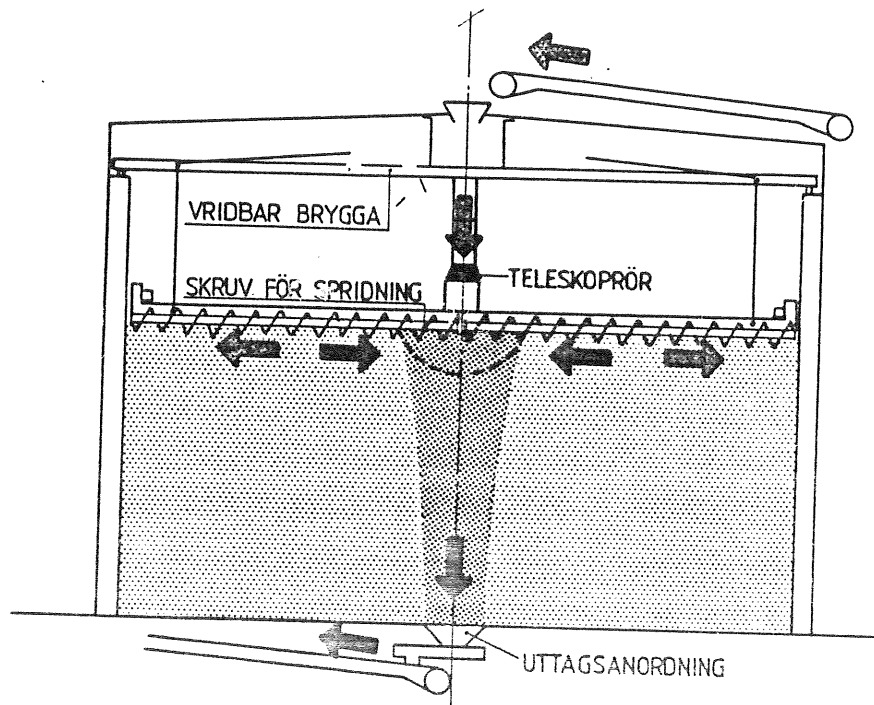
6.9 STORSILOLAGER

Under de senaste fem åren har många förslag till storsilolager för kol sett dagens ljus. Dessa lager har förutom sin större volym även en form som avviker från konventionella silor, vilka har en stor höjd i förhållande till sin diameter.

Några storsilor som levererats för kollagring kommer att presenteras nedan.

6.91 Eurosilo

Eurosilon har en diameter som är större än höjden. Inmatningen i silon sker med en på taket liggande bandtransportör och en vridbar skruv i silon. Även uttransporten sker med samma skruv från överytan av det lagrade kolet, se fig 6.22. Enligt uppgift kan in- och utlastningskapaciteter om minst 600 t/h nås.



- ➔ TRANSPORTRIKTNING FYLLNING
- ➔ TRANSPORTRIKTNING TÖMNING
- ▨ GODS I VILA
- ▨ GODS I RÖRELSE

Fig 6.22 Eurosilo

Väggarna, som kan bestå av betong eller stål, vilar på en ringbalk av betong. Golvet kan bestå av asfaltbetong.

Enligt tillverkarens uppgifter kan silovolymer upp till 100 000 m³ levereras. Hittills har en Eurosilos för kol med en volym av 11 000 m³ levererats till ett pappersbruk.

6.92 Storsilo i Münster

I ett mindre värmekraftverk i Münster med en uppskattad förbrukning av 100 000 t/år utnyttjas ett silolager med en volym av 15 000 t.

Silon, som är försedd med ett centralschakt, byggdes i betong. Silons diameter resp höjd uppgår till ca 35 resp ca 30 m. Layouten där även hanteringen framgår, visas i fig 6.23.

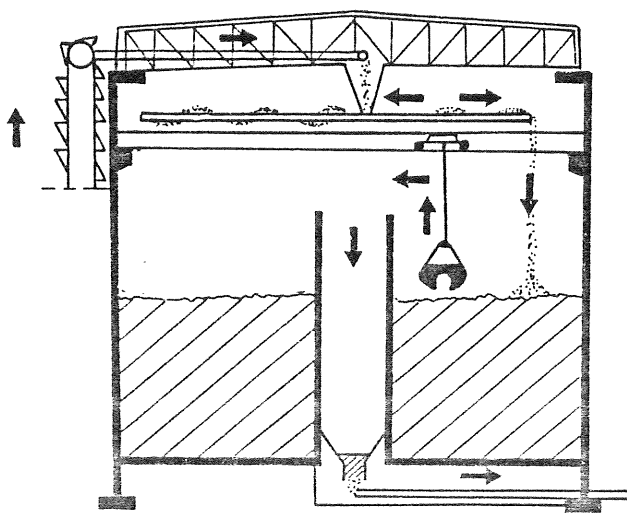


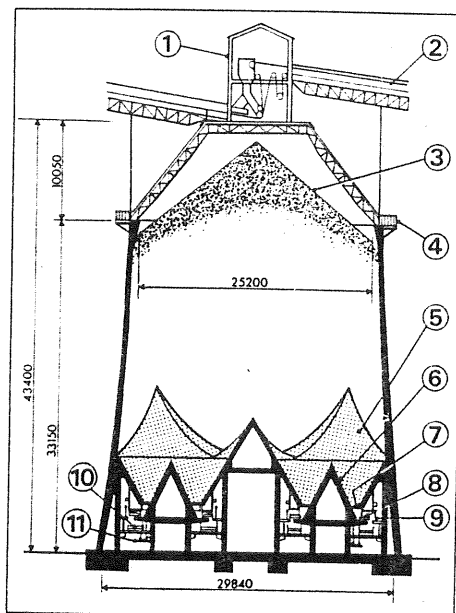
Fig 6.23 Storsilo i Münster

Kolet faller ned i silon från en vridbar och åkbar bandtransportör. Intransporten har en kapacitet av 160 t/h. Uttransporten sker med en åkbar gripskopa som löper utefter den balk på vilken den ingående bandtransportören vilar. Gripskopa släpper kolet i centralschaktet där det faller ned på en bandtransportör under silon. Uttransporten har en kapacitet av ca 80 t/h.

Inlastning och utlastning är automatiserad.

6.93 Andra typer av storsilor

I Japan har några olika typer av storsilor tagits fram och är för närvarande under leverans. En silo visas i fig 6.24.



Ohbayashi Gumi silo with four Hitachi hopper discharge units, showing: (1) conveyor housing; (2) loading conveyor; (3) coal pile face; (4) catwalk; (5) stainless steel lined hopper; (6) cone; (7) gate; (8) scraper ring; (9) catwalk; (10) turntable; (11) discharge conveyor

Fig 6.24 Ohbayashi Gumis storsilo

Förslag har även framförts att utnyttja oljetankar för lagring av kol. Detta förslag har dock ej kommit till utförande.

6.10 BERGRUMSLAGER

I det nya koleldade fjärrvärmeverket i Igelsta, Södertälje kommer kolet att lagras i två bergrum, se fig 6.25. Verket kommer att ha en förbrukning av ca 300 000 t/år.

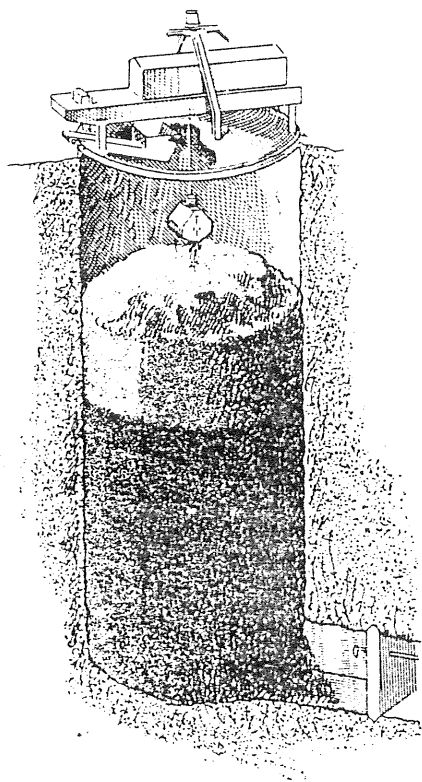


Fig 6.25 Berglager i Igelsta, Södertälje

De två bergrummen har vardera en volym av 50 000 m³.

Från den ingående bandtransportören faller kolet ned i lagret. Uttransporten sker med en gripskoperkran som löper på en vridbar balk i markytan.

7. TEKNISK JÄMFÖRELSE AV OLIKA LAGERTYPER

7.1 ALLMÄNT

Av den tidigare genomgången av lagertyperna framgår att skilda typer är lämpade för olika kolterminaler. I det följande redovisas en översiktlig teknisk jämförelse av för- och nackdelar för lagertyperna.

7.2 OMSÄTTNING OCH LAGERBEHOV

Vid stora omsättningar, över 2-4 Mt/år, och stora lagerbehov har inventeringen visat att den kontinentala lagervarianten är den vanligaste i export-, omlastnings- och rena importhamnar. Även vid större koleldade kraftverk är det kontinentala lagret vanligt.

Lagertypen har den fördelen att mycket stora inlastnings- och utlastningskapaciteter kan åstadkommas.

Vid mindre omsättningar kan en enklare form av lager med inlastning över stacker och utlastning med hjullastare vara lämplig. Även kollager av den nordiska typen med mera manuell hantering är vanlig vid låga omsättningar.

Vid behov av mindre lager, t ex för koleldade fjärrvärmeverk, kan någon form av täckt lager vara förmånlig.

7.3 MARKARBETEN

Den kontinentala lagertypen fordrar stor yta, medan det nordiska lagret med en lagerhög fordrar relativt liten yta per lagrad enhet kol. Minst yta per lagrad enhet kräver ett storsilolager.

Det nordiska lagret respektive storsilolagret fordrar i gengäld bättre grundförhållanden än ett kontinentalt lager.

7.4 PERSONALBEHOV

Det nordiska lagret bedöms fordra en något större personalinsats per lagrat ton kol än övriga lagertyper. Vissa lager, som flertalet av de täckta

lagervarianterna, kan vara automatiserade och har därför endast ett mycket litet personalbehov. Inlastnings- och utlastningsarbete i det kontinentala lagret kan också automatiseras, så att arbetsinsatsen minskar.

7.5 MILJÖPÅVERKAN

De täckta lagren påverkar ej alls den yttre miljön genom damning.

Damningspåverkan på omgivningarna är normalt ej heller märkbar från de öppna lagren. Med hänsyn till hanteringsmetodiken är damningsrisken något större för den nordiska lagertypen än för övriga öppna lager. Vid passiva lager, där kolet ligger stilla under längre tidsperioder, bedöms att den nordiska typen är fördelaktigare ur damningssynpunkt, eftersom den vindpåverkade ytan för denna lagertyp är mindre än för övriga öppna lagertyper.

7.6 KOSTNADER

Kostnaderna för de olika lagertyperna kommer att belysas ingående i en senare delrapport.

Allmänt gäller dock att årskostnaden för ett nordiskt lager än lägre per ton kol än för ett kontinentalt lager vid omsättningar lägre än ca 2 Mt/år. Vid omsättningar över 3-4 Mt/år är kostnaderna lägre för den kontinentala lagertypen och för rundlagret.

Uppgifter från leverantörer av hanteringsutrustning visar att ett rundlager ger lägre hanteringskostnader än ett kontinentalt lager vid en omsättning av 1,5-2,5 Mt/år.

Kontinentala lager med kombinerade stacker-reclaimers medför normalt lägre kostnader än lager med separata hanteringsredskap.

Täckta lager medför alltid högre hanteringskostnader än öppna lager.

En utförd kostnadsjämförelse mellan ett täckt planlager och en Eurosilo med en lagervolym av ca 14 000 m³ visade att planlagret medförde lägre investeringskostnader och därmed med stor sannolikhet även lägre hanteringskostnader än Eurosilon.

8. LAGER FÖR OLIKA ÄNDAMÅL

8.1 ALLMÄNT

En bedömning av lämplig lagertyp för dels hamn- och andra större terminaler, dels större förbrukare i Sverige har upprättats med utgångspunkt från redovisat tekniskt underlag. Gruppen andra större terminaler omfattar bl a regionterminaler för järnvägstransporter. Gruppen större förbrukare omfattar kondenskraftverk, kraftvärmeverk och större fjärrvärmecentraler med en kolförbrukning över 50 000 t/år.

Redovisade synpunkter är generella. De kan komma att modifieras något när resultatet av den ekonomiska utvärderingen av olika lagertyper föreligger.

Vid ett konkret projekt måste en detaljerad utredning beträffande lämplig lagertyp, lagerstorlek och hanteringskapacitet utföras. Angivna riktlinjer ger dock en bild av de lagertyper som är förmånliga på olika platser i koltransportkedjan.

Lager för de olika terminal- och förbrukargrupperna redovisas separat nedan.

8.2 OMLASTNINGSHAMN

I de omlastningsterminaler, som kan komma att uppföras i Sverige, bör det aktiva lagret utformas som ett kontinentalt lager. I en första inledande utbyggnadsetapp med omsättningen upp till 1-1,5 Mt/år, kan en enklare lagerform med radialstacker eller rälsbunden stacker och hjullastare vara aktuell. Det är viktigt att utrustningen i denna inledande etapp kan utnyttjas i senare etapper. En rälsbunden stacker kan därvid ingå som inlastningsredskap i ett kontinentalt lager.

Det kontinentala lagret bör byggas upp kring kombinerade stacker-reclaimers.

Om beredskapslager kommer att placeras i hamnen bör dessa utformas som nordiska lager.

8.3 IMPORTHAMN

I en importhamn för kol, från vilken endast landtransporter går vidare, synes det vara lämpligt

att använda den nordiska lagertypen. Vid årsomsättningar över 1 Mt kan ett kombinerat lager med en radialstacker vara lämpligt.

Beredskapslager utformas även de som nordiska lager, dock utan fasta transportanordningar.

8.4 INLANDSTERMINAL

I inlandsterminalen kan enhets- eller blocktåg med kol lossas, och kol lagras, innan det transporteras vidare. Vidaretransporten av kolet kommer sannolikt att ske med lastbil. Omsättningen över denna typ av terminal bedöms under de närmaste 10 åren ej att vara högre än 1-1,5 Mt/år. Med hänsyn till den förhållandevis måttliga omsättningen bedöms att ett nordiskt lager är lämpligt. I övre delen av angivet omsättningsregister kan en viss mekanisering med radialstacker vara förmånlig.

Om beredskapslager skall placeras i denna terminal uppläggs detta i form av kolhög utan några fasta transportanordningar.

8.5 KONDENSKRAFTVERK

De kondenskraftverk som eventuellt kommer att tas i drift under första hälften av 1990-talet kommer att ligga vid kusten. Med stor sannolikhet kommer de att ligga vid en bulkgodshamn som har möjlighet att ta emot fartyg om 100-150 000 dwt. Kraftverkens årsomsättning kommer att vara ca 1,3 Mt eller större. Med hänsyn till att olika kolkvaliteter troligen kommer att importeras, samt att årsomsättningen över hamnen tillsammans med kol till andra förbrukare sannolikt är högre än 2 Mt, synes det vara lämpligt att det aktiva lagret utformas som ett kontinentalt lager.

En första utbyggnadsetapp kan omfatta ett lager med en kombinerad stacker- reclaimer. Kraftverket bör vara försett med relativt stora silor för att lagra kol under den tid som detta redskap utnyttjas vid lossning av fartyg.

Med hänsyn till att inlastningen till lagret är mycket högre än utlastningen kan även lagret utformas som ett kontinentalt lager med enbart en stacker. Utlastningen, som kan ha relativt låg kapacitet, kan utföras med hjullastare och ficka över bandtransportörer. I kraftverkshamn, som även utnyttjas som omlastningshamn, bör dock det aktiva lagret utformas enligt de riktlinjer som presenterats under 8.2 Omlastningshamn.

Beredskapslagret uppläggs i form av en kolhög utan direktanknytning till det fasta transportsystemet.

8.6 KRAFTVÄRMEVERK

Vid kraftvärmeverk med en omsättning av 0,4-1,0 Mt/år och som ligger i anslutning till en lossningsplats, kan lagret utformas som ett nordiskt lager. För en omsättning av 0,7-1,0 Mt/år kan ett lager med radialstacker och hjullastare vara lämpligt.

För kraftvärmeverk intill bebyggelse kan lagret utformas som ett täckt lager. Beredskaps- och säsonglager bör då placeras i importhamnen.

Om beredskapslager placeras vid kraftvärmeverket kan detta lager uppläggas som en kolhög utan fasta transportanordningar.

8.7 FJÄRRVÄRMEANLÄGGNINGAR

Fjärrvärmeanläggningar, som ligger i närheten av bebyggelse, bör utrustas med täckta lager. Om utrymmet intill värmeverket ej är alltför begränsat kan ett täckt planlager erbjuda en god lösning. I annat fall kan någon form av storsilor utnyttjas. Säsong- och beredskapslager bör, om så är möjligt, placeras i importhamn eller i inlandsterminal.

Vid större avstånd till bebyggelse kan öppna nordiska lager användas. Lagerhanteringen utförs med hjullastare. Beroende på utformning av lossningsplats för järnvägsvagnar och lastbilar, kan eventuellt fasta transportanordningar som bandtransportörer undvaras för transport in till lagret. För transport från lagret till värmeverk bör dock bandtransportörer utnyttjas.

EXPORTHAMNAR

Hamn	Omsättning, Mkr/år	Fartygs- storlek, dwt	Lagerstorlek, t	Lagertyp	Kvali- teter	Anm
<u>Australien</u>						
Port Waratah, New South Wales	9,0 25,0	120 000	1 000 000 650 000		70	
Port Kembla, New South Wales	14,0	100 000	850 000	Kont.	16	
Kooragang, New South Wales	15,0	100 000 (55 m bredd)	1 750 000 900 000	Kont	40	
Abbot Point, Queensland	6,5	100 000 (160 000, tid- vatten)	500 000	Kont.		
Hay Point, Queensland	20,0	80 000 (150 000, tid- vatten)	2 500 000	Kont.		
Clinton, Queensland	12,0	120 000	1 800 000	Kont.		
Fisherman Islands, Queensland	1,5	65 000	240 000	Nord.		
Dalrymple Bay, Queensland	15,0	150 000	1 500 000	Kont.		
Balmain, New South Wales	4,5	65 000	65 000	Nord.		

Ann: Kont.= Kontinentalt lager
Nord.= Nordiskt lager

Hamn	Omsättning, Mkr/år	Fartygs- storlek, dwt	Lagerstorlek, t	Lagertyp	Kvali- teter	Anm
<u>Canada</u>						
Neptune Bulk Terminal, Vancouver	6,0	120 000	580 000	Kont.		
Robert's Bank, Vancouver	20,0	250 000	1 500 000	Kont.		
Devco, Nova Scotia	5,0	25 000 (50 000, tid- vatten)	500 000	Kont.		
Thunder Bay	3,6	27 000	1 100 000	Kont.		Ej trafik på hamn under vintern
<u>Colombia</u>						
Cerrejan	15,0	150 000	1 700 000	Kont.		
<u>England</u>						
Garston	1,0	3 000	12 000	Stacker+hjullastare		
Workington	1,5	12 000	24 000	Stacker+hjullastare		
<u>Polen</u>						
Gdansk	8,5	110 000	500 000	Kont.		
<u>Sydafrika</u>						
Richard's Bay	44,0	250 000	5 500 000	Kont.		
<u>U.S.A</u>						
Port Richmond, Philadelphia	5,0		200 000			

Hamn	Omsättning, Mkr/år	Fartygs- storlek, dwt	Lagerstorlek, t	Lagerstörlek, t	Lagertyp	Kvali- teter	Anm
Conrail, Philadelphia	5,0	65 000	200-400 000				
Weehawken, N.J.	10,0	35 000 (50 000, tid- vatten)	550 000				
Consolidation Coal, Baltimore	10,0	60 000	750-1 000 000		Kont.		
Massey, Norfolk, VA	12,0	80 000	1 360 000		Nord.	12	
International Marine Terminal, LA	3,5	13 500 (Pråm)	450 000		Stacker+hjullastare		
McDuffie, Mobile, AL	5,0 10,0 25,0	50 000 50 000 130 000?	430 000 1 100 000 2 000 000		Kont. Kont. Kont.		
Ryan Walsh, LA	5,0	15 000	750 000		Stacker+hjullastare		
Freeport Coal Terminal, LA	4,0	65 000	400 000		Nord.		
International Matex, LA	12,0	100 000 (i framtiden)	1 200 000		Kont.		
Nola, LA	1,8	60 000	105 000		Silor		
Hunt International, LA	12-15	150 000 (i framtiden)	3 000 000		Kont.		
Electro-Coal Term., LA	5,5 12,0		1 200 000 1 200 000		Kont. Kont.		
Pier G, Los Angeles	5,5	70 000	280 000		Nord.		

Hamn	Onsättning, Mkr/år	Fartygs- storlek, dwt	Lagerstorlek, t	Lagertyp	Kvali- teter	Anm
Berths 49 o. 50, Los Angeles	3,0	100 000	270 000	Kont.		
Pacific Coal, Portland	12,0	60 000	550 000	Kont.		
Quatrain, Portsmouth	5,0	60 000	60 000	Rundlager		
Morehead City, NC	3,0	65 000	180 000	Nord.		

IMPORTHAMNAR

Hamn	Omsättning, Mkr/år	Fartygs- storlek, dwt	Lagerstorlek, t	Lagertyp	Kvali- teter	Anm
<u>Belgien</u>						
SGM, Antwerpen	5,0 12,0	80 000 80 000	750 000 >2 000 000	Kont. Kont.		Kol + maln
Stocatra, Antwerpen	11,0	130 000	3 000 000	Kont.		
Ghent	2,0-2,5	60 000	500 000	Stacker+hjullastare		
<u>Danmark</u>						
Asnesverket	3,0	80 000	1 500 000	Kont.		Kraftverk
Enstedverket	4,0	110 000	1 000 000	Nord.		Kraftverk
Stigsnesverket	4,0	120 000	1 000 000	Kont.	4-6	Kraftverk
Studsstrupverket, Aarhus	3,0	65 000	900 000	Nord.		Kraftverk
<u>Finland</u>						
Hanaholmen	1,1	20 000	300 000	Nord.		Kraftverk
Ingå	2,0	30 000	1 800 000	Nord.		Kraftverk
Tahkolouto	2,0	20 000	500 000	Nord.		Kraftverk
<u>Frankrike</u>						
Montoir, Nantes	4,0	120 000	200 000	Kont.		
Cordemais, Nantes	3,0	Pråmar	600 000	Kont.		Kraftverk

Hamn	Omsättning, Fartygs- Mkr/år	storlek, dwt	Lagerstorlek, t	Lagertyp	Kvali- teter	Anm
<u>Holland</u>						
MCI, Rotterdam	6,0	250 000	1 200 000	Kont.	15-18	
	8,0	250 000	2 800 000	Kont.		
	25,0	250 000	3 500 000	Kont.		
Ijmuiden	5,0	100 000	900 000			Kol + malm
OVET, Terneuzen	7,0?	55 000	600 000	Nord.		Kol+ annat bulkm.
Nijmegen	2,2 3,5	Prämar	100 000 150 000	Blandningslager		Kraftverk
<u>Hong Kong</u>						
China Light & Power	5-7	65 000	550 000 900 000	Stacker+hjullastare Kont.		Kraftverk
Hong Kong Electric	2,6	65 000	300 000	Stacker+hjullastare		Kraftverk
<u>Italien</u>						
Emilia, Venedig	1,5-2,0 3,5	25 000	150 000 375 000	Nord.		
Bagnoli	1,7	35 000	600 000			
<u>Japan</u>						
UBE	4,0		2 000 000	Kont.		
Matsushima	2,3	70 000	420 000	Kont.		Kraftverk
Matsuura	7,4	130 000	1 900 000	Kont.		Omlastning + kraftverk

Hamn	Omsättning, Mkr/år	Fartygs- storlek, dwt	Lagerstorlek, t	Lagertyp	Kvali- teter	Anm
<u>Jugoslavien</u>						
Rijeka	7,5	150 000	350 000			
Zadar	7-8	230 000	2 000 000	Kont.		
<u>Norge</u>						
Brevik	2,0	100 000	500-700 000	Nord.		
	6,0	150 000	900-1 200 000	Nord.		
Langøyya	5,3	250 000	930 000	Kont.		
<u>Spanien</u>						
Gijon	4,5-6,0	100 000	1 300 000			
<u>Sverige</u>						
Oxelösund	0,9	40 000	300 000	Stacker+hjullastare		
Landskrona	3-4	150 000	750 000	Kont.		
	6-7	200 000	1 500 000	Kont.		
Nynäshamn	1,5-2	110 000	150 000	Kont.	4	
	3,5	110 000	350 000	Kont.		
	5,0	110 000	650 000	Kont.		
Igelsta	0,3	30 000	100 000	Bergrum		Värmeverk
Västerås	0,5	8 000	400 000	Nord.		Värmeverk

